

METODOLOGIJA PRORAČUNA TROŠKOVA RADA GRAĐEVINSKIH MAŠINA PREMA USACE

METHODOLOGY FOR CONSTRUCTION EQUIPMENT EXPENSE CALCULATIONS USED BY THE USACE

UDK: 657.471.14:69

Pregledni rad

Mr Predrag PETRONIJEVIĆ, dipl. građ. inž.
Doc. dr Dragan ARIZANOVIĆ, dipl. građ. inž.
Doc. dr Nenad IVANIŠEVIĆ, dipl. građ. inž.

REZIME

Proračun očekivanih troškova rada mehanizacije ima ključni uticaj na uspešnost građevinskih projekata. Priroda ovih troškova je takva da se pri njihovom određivanju usvaja dosta pretpostavki čija je kasnija provera često problematična. Osnova za precizno prognoziranje troškova mehanizovanog rada je usvajanje kvalitetne metodologije proračuna. U radu je prikazana osnova metodologije proračuna troškova rada građevinskih mašina koju koristi USACE kao i mogućnost njene primene van SAD.

Ključne riječi: građevinske mašine, troškovi, USACE.

SUMMARY

Estimating expenses for Construction Equipment (CE) has a key impact on the success of civil engineering projects. The nature of these expenses is such that there is a need for a lot of assumptions during the estimating process. These assumptions are later often difficult to check. The basis for accurately estimating CE costs is accepting an appropriate methodology for calculation. The paper describes the basis of the methodology of calculation of CE costs used by the USACE and the possibility of its application outside United States.

Key words: construction equipment, cost, USACE.

1. UVOD

Građevinska mehanizacija predstavlja ključni resurs pri izvođenju većine investicionih projekata. Ona može predstavljati i najveći dugoročno investirani kapital mnogih građevinskih kompanija [1]. U skladu sa time, planiranje rada građevinske mehanizacije ima značajan uticaj na ekonomsku uspešnost rada građevinske firme. Mehanizacija mora da zaradi više korisniku nego što su troškovi iznajmljivanja, vlasništva i korišćenja. Neupoljšana mehanizacija smanjuje prihod vlasnika, obzirom da troškovi osnovnog sredstva postoje nezavisno od upoljšenosti mašine.

Osnovna pretpostavka za uspešno upravljanje radom građevinske mehanizacije, kao i za uspešnost investicionog projekta, je tačno proračunavanje troškova rada građevinskih mašina. Izvođač mora da bude sposoban da proceni troškove eksploatacije i troškove osnovnog sredstva svake mašine, bez obzira da li je on vlasnik, ili je mašina iznajmljena ili pod lizingom. Procenjeni troškovi služe za formiranje ponude za izvođenje radova, kao i

za donošenje odluka vezanih za angažovanje, prodaju, iznajmljivanje ili lizing pojedine mašine.

Najbolji i najprecizniji izvor podataka za procenu troškova rada građevinske mehanizacije je sopstvena baza istorijskih podataka. Ukoliko ona ne postoji (što je čest slučaj u praksi), koristi se preporuka proizvođača mehanizacije prilagođena realnim gradilišnim uslovima ili neka druga metodologija, dovoljno precizna i prihvaćena od strane Investitora.

Metologiju određivanja troškova mehanizovanog rada kod nas je prvi predložio i razvio prof. Bogdan Trbojević i publikovao u Građevinskom kalendaru 1971. god. [3] i u više izdanja njegove poznate knjige "Građevinske mašine" [4],[5], kao i u knjigama i radovima drugih naših autora.

Ova metodologija je korišćena i još se uvek koristi u nastavi na Građevinskom fakultetu u Beogradu i ostalim našim fakultetima. Ona je primenjena prilikom izrade projekata organizacije i tehnologije građenja za mnoge značajne objekte u našoj zemlji i inostranstvu.

Ova metodologija ima sličnosti sa ovde prikazanom metodologijom sračunavanja troškova rada građevinskih mašina prema USACE.

Adresa autora: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 11000

Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

E-mail: pecap@grf.rs; ari@grf.rs; nesa@grf.rs

2. DEFINICIJA PROBLEMA

Procena troškova rada građevinskih mašina je kompleksan problem, zapostavljen u našoj građevinskoj praksi. Pri proceni troškova, potrebno je sagledati kako troškove eksploatacije mašine (eksploatacioni troškovi), tako i troškove investiranja u građevinsku mašinu (troškovi osnovnog sredstva). Sagledavanje ovih troškova nije uvek precizno i često je bazirano na pretpostavkama, koje mogu biti više ili manje proverljive. Veliki broj raznorodnih podataka, od nabavne cene mašine, troškova osiguranja, troškova angažovanog kapitala, pa sve do troškova potrošnje goriva, zamene habajućih delova ili bruto troškova rukovaoca mašina, čini procenu troškova komplikovanim zadatkom.

Osnovni problem pri proceni troškova rada građevinske mehanizacije je kako sagledati sve troškove i njihov uticaj na konačnu cenu rada građevinske mašine. Glavne prepreke pri proračunu predstavlja nedostatak podataka za proračun, njihova zastarelost, neprimenljivost na raspoložive mašine, komplikovanost proračuna kao i nemogućnost precizne provere dobijenih podataka. Problem je utoliko veći što svako tržište ima sopstvene cene energenata, radne snage, troškove nabavke mašine i ukupnu politiku cena.

Danas je, u svetu, razvijen veliki broj metodologija proračuna troškova rada mašina. Svaki veći proizvođač, takođe, ima svoju metodologiju. Na osnovu ovih metodologija, proračun koštanja časa rada, za istu mašinu, može se razlikovati i do 250%. U upotrebi širom sveta su se izdvojile metodologije Caterpillar, US Army Corps of Engineers i Peurifoy/Schexnayder. U ovom radu analiziraće se metodologija koja je definisana od strane United States Army Corps of Engineers, sa bazom istorijskih podataka koja se koristi pri korišćenju ove metodologije.

3. OSNOVE PRORAČUNA PREMA USACE

United States Army Corps of Engineers (USACE), ili inženjerski korpus američkih oružanih snaga je vojna

organizacije Američke vojske čija je misija obezbeđenje kvalitetnog i odgovornog inženjerskog servisa vojsci i civilima, uključujući planiranje, projektovanje, izgradnju i upravljanje vodnim resursima i drugim projektima u niskogradnji (navodnjavanje, sprečavanje poplava, zaštita okoline, pomoć pri elementarnim nepogodama...), projektovanje i upravljanje izgradnjom vojnih postrojenja za vojsku SAD i pružanje usluga projektovanja i izgradnje drugim vojnim i federalnim agencijama.

Za potrebe određivanja fer cena rada građevinskih mašina za svoje potrebe, kao i za potrebe svojih podizvođača, USACE je objavio dokument pod nazivom „*Construction Equipment Ownership and Operating Expense Schedule*“ [2] u kome se daje način obračuna, kao i same vrednosti koštanja radnog sata za mehanizaciju, sa svim potrebnim podacima za proračun. Trenutno je važeći dokument izdat 30. novembra 2009. godine.

U Dokumentu [2] mašine su grupisane po kategorijama poređanim po abecednom redu, zatim po podkategorijama, unutar kojih su veći proizvođači posebno grupisani. Svaka mašina je označena jedinstvenom šifrom, oznakom modela, kratkim opisom, tipom goriva koje koristi i snagom motora izraženom u konjskim snagama. Takođe, za svaku mašinu data je nabavna vrednost (TEV – *Total Equipment Value*) bazirana na cenama iz 2006. godine. Nabavnu vrednost mehanizacije starije od 2006. godine, potrebno je svesti na vrednost iz 2006. godine primenom ekonomskih indeksa.

Metodologija koja se ovde predlaže primenjiva je na celokupnoj teritoriji SAD. Ipak, ovako velika teritorija podeljena je u 12 regiona i za svaki od njih su date lokalne cene u regionu (*Appendix B*), od broja radnih sati na godišnjem nivou, cene električne energije, cene goriva, do troškova transporta.

Podaci o koštanju radnog sata mašina sa svim pripadajućim elementima dati su u dve tabele – u tabeli 2-1 (*Hourly Equipment Ownership and Operating Expense*) i tabeli 2-2 (*Hourly Rate Elements*). U prvoj tabeli, 2-1 (slika 1) dati su osnovni podaci o karakteristikama maši-

Table 2-1. HOURLY EQUIPMENT OWNERSHIP AND OPERATING EXPENSE

CAT	REGION 1			ENGINE HORSEPOWER FUEL TYPE		VALUE (TEV) 2004 (\$)	TOTAL HOURLY RATES (\$/HR)		ADJUSTABLE ELEMENTS			CWT
	ID.NO.	MODEL	EQUIPMENT DESCRIPTION	MAIN	CARRIER		AVERAGE	STANDBY	DEPR	FCCM	FUEL	
C45	CONCRETE PAVING MACHINES											
	SUBCATEGORY	0.00	CONCRETE PAVING MACHINES									
	GOMACO CORPORATION											
	C45G0026	C-450	CONCRETE PAVING MACHINES, CYLINDER FINISHER, SINGLE DRUM, FINISHING WIDTH 9'-13"	36 HP	G	\$49,167	27.15	4.33	6.56	1.05	7.42	64
	C45G0027	C-650-F	CONCRETE PAVING MACHINES, CYLINDER FINISHER, DOUBLE DRUM, FINISHING WIDTH 19'-51"	50 HP	D-off	\$62,495	28.32	5.50	8.33	1.33	4.19	91
	C45G0028	C-650-S	CONCRETE PAVING MACHINES, CYLINDER FINISHER, DOUBLE DRUM, FINISHING WIDTH 19'-51"	50 HP	D-off	\$99,485	42.26	8.75	13.26	2.12	4.19	126
	C45G0029	C-750	CONCRETE PAVING MACHINES, CYLINDER FINISHER, DOUBLE DRUM, FINISHING WIDTH 8'-11"	36 HP	G	\$66,119	33.53	5.82	8.82	1.41	7.42	91

Slika 1. Deo tabele 2-1

Table 2-2 . HOURLY RATE ELEMENTS

REGION 1		AVERAGE OPERATING CONDITIONS								SEVERE OPERATING CONDITIONS							
CAT	ID. NO.	DEPR	FCCM	FUEL	FOG	TIRE WEAR	TIRE REPAIR	REPAIR	TOTAL RATE	DEPR	FCCM	FUEL	FOG	TIRE WEAR	TIRE REPAIR	REPAIR	TOTAL RATE
C85	cont.																
	C85LB019	36.09	14.13	15.93	2.71	0.00	0.00	51.34	120.20	44.42	14.31	20.83	3.54	0.00	0.00	70.63	153.73
	C85LB020	46.39	18.17	15.93	2.71	0.00	0.00	66.00	149.20	57.10	18.40	20.83	3.54	0.00	0.00	90.79	190.66
	C85LB021	44.92	19.67	12.54	1.38	0.00	0.00	71.43	149.94	53.91	19.85	16.40	1.80	0.00	0.00	94.75	186.71
	C85TE009	32.27	14.16	10.18	1.12	0.00	0.00	43.20	100.93	40.34	14.33	13.40	1.47	0.00	0.00	57.18	126.72
C85TE010	42.80	18.79	10.62	1.17	0.00	0.00	57.31	130.69	53.50	19.00	13.98	1.54	0.00	0.00	75.85	163.87	
C85TE011	57.47	27.61	13.95	1.67	0.00	0.00	86.00	186.70	70.24	27.88	18.35	2.20	0.00	0.00	110.65	229.32	
C90	C90LB001	51.76	25.39	17.71	2.31	8.78	1.55	78.17	185.67	57.51	25.51	22.30	2.91	35.11	6.21	91.68	241.23
	C90LB002	59.80	29.28	20.00	2.61	8.78	1.55	90.27	212.29	66.44	29.42	25.26	3.29	35.11	6.21	105.88	271.61
	C90LB003	94.91	46.44	26.26	3.42	13.17	2.33	143.27	329.80	105.46	46.66	33.35	4.35	52.65	9.32	168.04	419.83
C95	C95AP004	20.94	9.17	12.23	11.65	0.00	0.00	29.79	83.78								
	C95AP005	0.66	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.89								

Slika 2. Deo tabele 2-2

ne, uz kratak opis i podaci o ukupnom koštanju radnog sata za srednje i teške uslove rada. U drugoj tabeli (slika 2) su dati detaljni podaci o strukturi troškova radnog sata za srednje i teške uslove rada.

U tabeli 2-1 (slika 1) prikazani su podaci o snazi motora (izraženi u konjskim snagama), kako za samu mašinu, tako i za transportera mašine (kod kranova, skrepera...), zatim nabavna vrednost mašine (*TEV – Total Equipment Value*) bazirana na cenama iz 2006. godine, ukupni troškovi rada mašine (*Total Hourly Rates*) za srednje uslove rada i cena rada na čekanju, kao i iznos troškova amortizacije (*DEPR*), troškovi angažovanog kapitala (*Facilities Capital Cost of Money – FCCM*), troškovi potrošnje goriva (*FUEL*), kao i transportna težina mašine, izražena u stotinama funti (*CWT*). Svi troškovi izraženi su u dolarima po času [$\$/h$].

U tabeli (slika 2) prikazana je detaljnija struktura troškova rada mašina, po tipovima mašina, za srednje i teške uslove rada.

Ukupni trošak rada mašine (*Total Hourly Rate*) predstavlja zbir troškova osnovnog sredstva (*Ownership Cost*) i troškova eksploatacije (*Operating Cost*).

$$Total\ Hourly\ Rate = Ownership\ Cost + Operating\ Cost\ [\$/h]$$

Troškovi osnovnog sredstva formirani su od troškova depresijacije (*DEPR*) i troškova angažovanog kapitala (*FCCM – Facilities Capital Cost of Money*), dok su u troškove osnovnog sredstva uključeni troškovi goriva (*FUEL*), troškovi ulja i podmazivanja sa uračunatim ser-

visnim radom (*FOG – Filters, oil and grease*), troškovi tekućeg održavanja (*REPAIR*), troškovi habajućih delova – pneumatika, bez troškova zamene (*TireWear*) i troškovi popravke pneumatika (*TireRepair*).

$$Ownership\ Cost = DEPR + FCCM\ [\$/h]$$

$$Operating\ Cost = FUEL + FOG + REPAIR + TireWear + TireRepair\ [\$/h]$$

U troškove radnog sata nisu uračunati troškovi radne snage, jednokratni troškovi mobilizacije i demobilizacije mašine, troškovi administracije, kredita i profita i slično. Treba istaći da u troškove osnovnog sredstva nisu uključeni troškovi licenci, poreza, osiguranja, inspekcija, evidentiranja, obuke, osiguranja gradilišta i putarine.

3.1. Uticaj uslova rada mašine

Uslovi rada su podeljeni u tri grupe – srednji (*Average*), otežani (*Difficult*) i teški (*Severe*). Opis srednjih i loših uslova rada za svaki tip mašina dat je posebno, u dodatku C (*Appendix C*), (slika 3) zajedno sa očekivanim radnim vekom mašine za svaki od ovih uslova. Uslovi rada opisani su u skladu sa načinom primene pojedine mašine. Pri tome, otežani uslovi rada (sa odgovarajućim radnim vekom) bi predstavljali sredinu između srednjih i loših uslova.

U tabeli A-1 date su cene rada samo za srednje uslove rada, dok su u tabeli A-2 dati i za teške uslove rada (za pojedine vrste mašina). Kakvi će uslovi biti primenjeni pri proračunu, određuje se prema uputstvu datom u dodatku C, a na osnovu uslova ugovora i uslova na gradilištu.

3.2. Izbor mehanizacije

Mehanizacija navedena u tabeli 2-1 predstavlja reprezentativne primerke opreme koja se koristi u građevinarstvu. Pri tome, pojedine mašine mogu koristiti i priključne uređaje i alate. Svaka mašina je grupisana u kategoriju (*CAT*) i podgrupu (*SUB*). Tako je formiran identifikacioni broj (*ID*)

APPENDIX C GUIDE FOR SELECTING OPERATING CONDITIONS		
EQUIPMENT TYPE	AVERAGE	SEVERE
B25 and B35: Buckets Clamshell or Dragline	Working in gravels, silts, and sands at low impact freshwater environment.	Working in rock, hard digging, high impact, or saltwater environment.
Depreciation Period:	8,000 - 10,000 hours	6,500 - 8,000 hours

Slika 3. Primer definisanja uslova rada i radnog veka za grupu mašina B25 – B35

**APPENDIX D
EQUIPMENT HOURLY CALCULATION FACTORS**

CATEGORY SUB	DESCRIPTION	EK	C	DC	LIFE	SLV	HPF	EQUIPMENT FUEL FACTORS			HPF	CARRIER FUEL FACTORS			FOG FACTORS			TIRE WEAR FACTORS				
								E	G	D		E	G	D	E	G	D	FT	DT	TT	RCF	
B30 0.00	BUCKETS, CONCRETE	1																				
B30 0.10	GENERAL PURPOSE, MANUAL TRIP	15	A	B	8,000	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
B30 0.20	LAYDOWN	15	A	B	8,000	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
B30 0.30	LOWBOY	15	A	B	8,000	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
B30 0.40	LOW SLUMP	15	A	B	8,000	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
B35 0.00	BUCKETS, DRAGLINE	1																				
B35 0.10	LIGHT WEIGHT	15	A	B	8,000	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
B35 0.10	LIGHT WEIGHT	15	S	B	6,500	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
B35 0.20	MEDIUM WEIGHT	15	A	B	9,000	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
B35 0.20	MEDIUM WEIGHT	15	S	B	7,000	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
B35 0.30	HEAVY WEIGHT	15	A	B	10,000	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
B35 0.30	HEAVY WEIGHT	15	S	B	8,000	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
C05 0.00	CHAIN SAWS	95	A	B	2,000	0.10	90	900	.081	.043	0	0.00	0.00	0.00	.477	.136	.161	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
C10 0.00	COMPACTORS, WALK-BEHIND OR REMOTE CONTROLLER	1																				
C10 0.10	COMPACTORS, RAMMERS / TAMPERS & VIBRATORY PLATES	95	A	B	4,000	0.05	90	900	.081	.043	0	0.00	0.00	0.00	.477	.102	.102	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
C10 0.20	ROLLERS, VIBRATORY	95	A	B	4,000	0.15	90	900	.081	.043	0	0.00	0.00	0.00	.477	.102	.102	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20

Slika 4. Dodatak D (Appendix D).

No.) svake mašine formiran od tri dela: prva tri karaktera predstavljaju oznaku kategorije (CAT), sledeća dva karaktera su oznaka proizvođača i poslednja tri karaktera označavaju broj mašine. Šta je od opreme za svaki tip mašine podrazumevano pri proračunu koštanja radnog časa, navedeno je u dodatku J.

3.3. Nabavna vrednost mašine

Ukupna nabavna vrednost mašine (*TEV – Total Equipment Value*), navedena za svaku mašinu posebno u tabeli A-1, dobija se na osnovu katalogske vrednosti mašine za 2006. godinu sa osnovnom opremom mašine (*List Price + Accessories*), pretpostavljenog popusta (*Discount Code*), troškova poreza ili carina (*Sales or Import Tax*), troškova transporta baziranih na transportnoj težini mašine (*Freight*) i ceni transporta po jedinici mere (*Freight Rate per cwt*). Za popust pri nabavci mašine usvaja se vrednost od 7,5%, osim za kamione gde je popust 15%. Troškovi poreza i carina, kao i cene transporta mašine po jedinici težine, razlikuju se po regionima i dati su za svaki region posebno, u sklopu dodatka B, gde se daju lokalne regionalne specifičnosti.

Ukupna nabavna vrednost mašine računa se po sledećoj formuli:

$$TEV = (List\ Price + Accessories) * (1 - Discount\ Code) * (1 + Tax\ Rate) + (Shipping\ Weight) * (Freight\ Rate / cwt)$$

3.4. Ekonomski vek mašine i godišnji fond radnog vremena

Očekivani ekonomski vek mašine (*Life*), izražen je u radnim satima i zavisi od vrste mašine i uslova rada. Baziran je na preporukama proizvođača ili asocijacije proizvođača. Vrednosti očekivanog ekonomskog veka date su po grupama mašina, odvojeno za srednje i teške uslove rada, u sklopu dodatka D (Appendix D) – slika 4.

APPENDIX B AREA FACTORS

NORTHEAST
Region: 1

Total State Sales or Import Tax Rate:	5.60%
Working Hours Per Year (WHPY):	1,360 hrs/yr
Labor Adjustment Factor (LAF):	1.18
Electricity Cost Per Kilowatt-Hour:	\$0.147 /kW-Hr
Gasoline Cost Per Gallon:	\$3.03 /gal
Diesel Cost Per Gallon (Off-Road Use):	\$2.33 /gal
Diesel Cost Per Gallon (On-Road Use):	\$2.85 /gal
Cost-of-Money Rate (Full Rate):	5.250%
Cost-of-Money Rate (Adjusted):	4.200%

Freight Rates

over	0 cwt	thru	240	\$12.35
over	240 cwt	thru	300	\$12.07

Slika 5. Regionalne specifičnosti za region 1 iz dodatka B (Appendix B)

Obim planiranog godišnjeg fonda radnog vremena (*WHPY – Workig Wour per Year*) je regionalnog karaktera i dat je u sklopu regionalnih specifičnosti, u sklopu dodatka B (Appendix B) – slika 5. Date vrednosti podrazumevaju jednosmenny rad sračunat na bazi maksimalnog fonda radnih sati na godišnjem nivou redukovanim zbog klimatskih faktora, praznika, potreba za popravkama i održavanjem mašina, mobilizacijom i demobilizacijom mašina i slučajnim gubicima vremena (*Miscellaneous downtime*).

Na osnovu ekonomskog veka mašine (*Life – Dodatak D*) i obima planiranog gorišnjeg fonda radnog vremena (*WHPY – Dodatak B*), sračunava se period depresijacije (*N – Depreciation Period*) nabavne vrednosti mašine kao njihov količnik, prema formuli:

Depreciation Period = Life / WHPY

Ova vrednost je izražena u godinama.

3.5. Preostala vrednost građevinske vrednosti mašine

Preostala vrednost građevinske mašine (*SLV – Salvage Value*) predstavlja vrednost koja trenutno na tržištu može da se dobije za korišćenu mašinu određene starosti. Određena je na osnovu oglasa za prodaju mašina u više građevinskih časopisa, preporuka proizvođača, Green Guide Volumes I and II, i Handbook of New and Used Construction Equipment Values, Equipment Watch. Preostala vrednost je data kroz procentualnu vrednost za svaki tip mašina, navedenu u dodatku D (*Appendix D*). Pri tome, ovaj procenat je jednak i za srednje i za teške uslove rada. Preostala vrednost dobija se kada se ukupna nabavna vrednost mašine (*TEV – Total Equipment Value*) pomnoži faktorom $(1-SLV)$.

4. TROŠKOVI OSNOVNOG SREDSTVA

Troškovi osnovnog sredstva obuhvataju zbir troškova priznate depresijacije mašine (DEPR) i troškova angažovanog kapitala (*FCCM – Facilities capital cost of money*).

4.1. Troškovi depresijacije (DEP)

Pri proračunu depresijacije, koristi se linearni model. Pri tome se za mašine sa pneumaticima mora pre proračuna depresijacije sračunati indeks cena za pneumatike (*TCI – Tire cost index*). U dodatku F (*Appendix F*) – slika 6 date su nabavne vrednosti po vrstama pneumatika. Svaka vrsta pneumatika ima svoj interni kod, industrijsku oznaku, veličinu, projektovani vek trajanja pneumatika i cenu.

Na osnovu podataka iz dodatka D potrebno je sračunati nabavnu vrednost svih pneumatika na mašini. Time se dobija ukupna cena pneumatika (*Tire Cost*). Pri tome treba naglasiti da su cene pneumatika prikazane na dan objavljivanja ove publikacije (u našem slučaju 2009. godine). Obzirom da je investicija u građevinsku mašinu bila u trenutku nabavke mašine (recimo, 2004. godine), potrebno je svesti cene pneumatika iz 2009. godine na cene iz 2004. godine. Ovo se postiže primenom Indeksa cena (u slučaju pneumatika to je Indeks cena pneumatika – *TCI – Tire Cost Index*). Indeksi promene cena dati su u dodatku E (*Appendix E*) – slika 7 za svaku grupu mašina ili delova mašina. Indeks cena dobija se kada se indeks za godinu proizvodnje podeli indeksom za tekuću godinu.

APPENDIX F TIRE DESCRIPTION AND TIRE COST

EP CODE	INDUSTRY CODE	SIZE DESCRIPTION	SIZE	PLY	TUBE (#)	COST PER EACH
AGFO12	R-2	VA500/95D32	19.70 x 32.00	20	TL	\$3,044
AGFO10	R-2	208-38	20.80 x 38.00	8	TL	\$1,860
AGFO3	R-2	231-26	23.10 x 26.00	10	TL	\$1,860
AGFO4	R-2	28L-26	28.00 x 26.00	12	TL	\$2,587
AGFO6	R-2	305L-32	30.50 x 32.00	14	TL	\$3,282
SPECIAL SURE GRIP RADIAL R-2-0			<i>(Life = 5000 hrs)</i>			
AGFP8	R-2	320/90R46	12.60 x 46.00	X3	TL	\$1,503
AGFP9	R-2	340/85R46	13.40 x 46.00	UK	TL	\$1,624
AGFP1	R-2	169R28	16.90 x 28.00	X2	TL	\$1,551
AGFP2	R-2	169R30	16.90 x 30.00	X3	TL	\$1,697
AGFP3	R-2	184R38	18.40 x 38.00	X1	TL	\$1,475

Slika 6. Dodatak F (*Appendix F*) – cene pneumatika po vrstama

APPENDIX E ECONOMIC INDEXES FOR CONSTRUCTION EQUIPMENT

KEY (EK)	EQUIPMENT DIVISIONS	Note: Table 2-1 Equipment Rates are based on equipment purchased new in the year 2004 (--Projected-----)																		
		2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991
5	Air Equipment	2438	2366	2296	2235	2157	2085	2075	2069	2079	2047	2078	2074	2070	2063	2053	2012	2022	2008	1963
10	Asphalt & Concrete Paving Equipment	4610	4377	4247	4116	3950	3758	3763	3769	3766	3717	3638	3589	3490	3390	3323	3248	3189	3092	3106
15	Buckets	9190	8919	8655	8505	8057	7626	7443	7254	6804	6900	5982	6930	6868	6774	6572	6638	6653	6380	5901
20	Cranes, Draglines & Clamshells - Crawler & Truck Mtd	7072	6864	6661	6545	6201	5869	5728	5582	5236	5310	5289	5225	5116	5013	4880	4783	4736	4540	4298
25	Drills	5688	5520	5357	5117	4762	4444	4192	4116	3819	3736	3683	3626	3574	3518	3394	3320	3268	3196	3163
30	Generators	5657	5490	5328	5119	4888	4641	4566	4548	4548	4529	4520	4517	4484	4511	4457	4343	4294	4234	4181
35	Graders, Motor	7402	7183	6971	6827	6578	6316	6117	6049	5979	5952	5853	5682	5544	5466	5186	5088	4945	4655	4509
40	Loaders, Track	7455	7245	7031	6905	6653	6347	6177	6081	6058	6032	5960	5792	5686	5606	5434	5257	5068	4816	4577
45	Loaders, Wheel	6890	6687	6489	6372	6140	5857	5701	5612	5591	5567	5511	5409	5303	5251	5101	4988	4894	4758	4540

Slika 7. Deo dodatka E (*Appendix E*) – indeksi promena cena

Trošak depresijacije (DEPR), izražen po času rada mašine, računa se tako što se preostala vrednost mašine umanji za troškove pneumatika (svedenih na cene iz godine proizvodnje mašine) i podeli sa planiranim radnim vekom mašine (*Life*):

$$DEPR = (TEV * (1 - SLV) - TCI * TIRE COST) / LIFE$$

4.2. Troškovi angažovanog kapitala (FCCM)

Drugi deo troškova osnovnog sredstva čine troškovi angažovanog kapitala (*FCCM – Facilities Capital Cost of Money*), izraženi po času rada građevinske mašine. Dobija se množenjem osrednjene vrednosti mašine diskontovanim kamatnom stopom (*DCMR – Discounted Cost of Money Rate*). Vrednosti angažovanog kapitala su različite po regionima, tako da je diskontovana kamatna stopa data u dodatku B (*Appendix B*) sa drugim regionalnim specifičnostima. Obračun troškova angažovanog kapitala vrši se po sledećoj formuli:

$$FCCM = TEV * AVF * DCMR / WHPY$$

Pri čemu TEV predstavlja ukupnu nabavnu vrednost mašine, a AVF je faktor srednje vrednosti angažovanog kapitala tokom radnog veka mašine (*AVF – Average Value Factor*) koji se računa po formuli:

$$AVF = ((N - 1) * (1 + SLV) + 2) / 2N$$

Gde je N radni vek mašine izražen u godinama i dobijen iz odnosa predviđenog radnog veka mašine u satima (*LIFE*) i planiranog godišnjeg fonda radnih sati (*WHPY*).

5. PRORAČUN EKSPLOATACIONIH TROŠKOVA

Eksploatacioni troškovi obuhvataju troškove energenata (*Fuel*), troškove zamene ulja, filtera i podmazivanja (*FOG – Filters, Oil and Grease*), Troškove habanja guma (*Tire Wear*) i troškove popravke guma (*Tire Repair*).

5.1. Troškovi energenata

Troškovi energenta obuhvataju troškove benzina, dizela ili električne energije. Ukoliko mašina ima dva motora (npr. autodizalica), potrebno je sračunati troškove potrošnje energenata za oba motora.

Troškovi energenata sračunavaju se prema formuli:

$$Fuel Cost = HorsePower * FuelFactor * FuelCost / Gallon$$

HorsePower predstavlja nominalnu snagu motora izraženu u konjskim snagama [KS] (*Horse Power – HP*), pri čemu 1KS = 0,74 KW. *FuelFactor* je faktor potrošnje goriva i označava (za dizel i benzinske motore) specifičnu potrošnju goriva izraženu u galonima po konjskoj snazi motora. *Fuel Cost/Gallon* označava cenu goriva izraženu u \$US za jedan galon goriva. 1 galon predstavlja 3,79 litara. Nominalna snaga motora je za navedenu mašinu prikazana u tabeli 2-1. Cena goriva je različita po

regionima tako da je prikazana, za odgovarajući region, kao lokalna specifičnost, u dodatku B (*Appendix B*).

Faktor potrošnje goriva (*Fuel Factor*) je dat za svaki tip mašina, za srednje i teške uslove rada, u dodatku D (*Appendix D*). Specifična potrošnja goriva za benzinske i dizel motore sračunava se po formuli:

$$Fuel Factor = HPF * lbsFuelPerBhp-h / lbsOfFuelPerGas$$

U ovoj formuli, HPF označava stepen opterećenja motora i dat je za svaki tip mašina u dodatku D (*Appendix D*). Pri tome treba naglasiti da su date vrednosti izražene u navedenoj tabeli u procentima aproksimativne i da mogu da variraju u zavisnosti od kvaliteta rukovaoca mašine, tipa materijala, tipa radnog ciklusa i ukupne efikasnosti posla.

lbsFuelPerBhp-h označava specifičnu potrošnju goriva po konjskoj snazi motora. Opšta vrednost ovog faktora iznosi 0,6 funti [lbs] po konjskoj snazi motora po radnom času za benzinske motore, odnosno 0,36 funti po konjskoj snazi motora po radnom času za dizel motore. *lbsOfFuelPerGas* predstavlja odnos težine i zapremine za gorivo, kako bi se specifična potrošnja izrazila u zapreminskim jedinicama. I ovaj faktor je opšti i iznosi 6 funti po galonu za benzinske motore, odnosno 7 funti po galonu za dizel motore.

Prevedeno na SI sistem, Faktor potrošnje goriva (*Fuel Factor*) može da se izrazi kao:

$$Fuel Factor = HPF * 0,378541 \quad [lit/KSh]$$

$$Fuel Factor = HPF * 0,514673 \quad [lit/KWh]$$

za benzinske motore, odnosno:

$$Fuel Factor = HPF * 0,019468 \quad [lit/KSh]$$

$$Fuel Factor = HPF * 0,026469 \quad [lit/KWh]$$

za dizel motore.

Pri proračunu faktora potrošnje goriva za elektromotore, pretpostavka je da se, uključujući sve gubitke, troši 1 KW po konjskoj snazi i koristi se isti stepen opterećenja kao i za dizel i benzinske motore.

$$Fuel Factor = HPF * 1 KW [KW/KSh]$$

5.2. Troškovi zamene filtera, ulja i podmazivanja

Troškovi zamene filtera, ulja i podmazivanja (*FOG*) računaju se kao procenat od troškova goriva. Obračun se radi prema formuli:

$$FOG = FOG Factor * Fuel Cost * LAF$$

U ovoj jednačini *FOG Factor* predstavlja procenat troškova od ukupne cene energenata (*Fuel Cost*) i naveden je u dodatku D (*Appendix D*) za svaku vrstu mašina i po vrstama pogonske energije. *LAF (Labor adjustment factor)* predstavlja korektivni faktor kojim se usklađuju regionalne razlike i naveden je za svaki region posebno, u dodatku B (*Appendix B*).

U slučajevima kada mašina nema motor, moguće je da ipak postoje potrebe za nekim vrstama goriva (npr.

propan, kerozin...). U ovakvim slučajevima, navedena metodologija nije primenjiva, tako da se troškovi goriva moraju obračunati na drugi način. Sličan problem se javlja i kada takve mašine bez motora imaju potrebu za podmazivanjem.

5.3. Troškovi održavanja

Troškovi održavanja (*Repair Cost*) obuhvataju troškove popravki, održavanja i većih remonta (uključujući i habanje gusenica, zamenu zubaca na kašikama bagera i utovarivača...). Procenjeni troškovi održavanja računaju se po formuli:

$$\text{Repari Cost} = (TEV - TCI * \text{TireCost}) * RF / LIFE$$

Kako je objašnjeno pri analizi troškova depresijacije, TEV predstavlja, ukupnu nabavnu cenu mašine, TCI je Indeks cena pneumatika – *Tire Cost Index*, dok je LIFE planirani fond radnih sati mašine.

RF (*Repair factor*) se računa prema formuli:

$$RC = RCF * EAF * LAF$$

gde je RCF (*Repair Cost Factor*) faktor troškova popravki, dat u dodatku D (*Appendix D*) za svaku vrstu mašina i to odvojeno za srednje i teške uslove rada. EAF (*Economic Adjustment Factor*) se koristi kako bi se RCF uskladio sa trenutnim nivoom cena. On se dobija kao količnik ekonomskih indeksa za tekuću godinu sa ekonomskim indeksom za godinu proizvodnje građevinske mašine. Ekonomski indeksi su dati u dodatku E pri čemu treba tražiti indekse za odgovarajuću vrstu građevinske mašine i odgovarajuće godine (tekuću i godinu proizvodnje).

Faktor troškova popravki u sebi sadrži sve troškove radne snage pri popravkama i održavanju mašina, uključujući i putne troškove i svi drugi direktni troškove koje serviseri mogu da prouzrokuju na poslovima održavanja i popravkama, troškove delova za zamenu, troškove sve opreme i vozila koja su angažovana na popravkama i održavanjima, kao i troškove centralnih i pomoćnih radionica, uključujući i njihovu zaradu na poslovima održavanja i popravkama.

5.4. Troškovi pneumatika

Pneumatici na građevinskoj mašini su generalno definisani po tipu i kvalitetu od proizvođača. Troškovi pneumatika uključuju kako habanje (zamenu) pneumatika, tako i njihovu popravku kao posebni element cene. Troškovi habanja transportnih traka takođe spada u ovu grupu troškova i obračunavaju se po istom principu kao i troškovi pneumatika.

Pri analizi troškova pneumatika, posmatraju se zasebno pneumatici na prednjim točkovima (FT – *Front*), vučni (DT – *Drive*) i prikolični (TT – *Trailer*). Predviđen je i slučaj kada se vučna sila prenosi preko svih pneumatika i tada se svi smatraju za vučne. Ukupni troškovi pneumatika dobijaju se kao zbir troškova pneumatika na svim pozicijama.

Troškovi pneumatika po času dobijaju se kao količnik cene novih pneumatika uvećane za cenu jednog

protektiranja guma i očekivanog radnog veka pneumatika uvećanog za radni vek protektiranog pneumatika. Formula glasi:

$$\text{TireWearCost} = \text{CurrentTireCost} * \text{TireCostFactor} / (\text{MaximumTireLife} * \text{TireWearFactor} * \text{TireLifeFactor})$$

CurrentTireCost je trenutna cena svih pneumatika na jednoj poziciji (prednji, vučni ili prikolični). Priznate cene svih veličina pneumatika date su u dodatku F (*Appendix F*).

TireCostFactor predstavlja faktor kojim se povećava nabavna cena pneumatika i koji obuhvata i troškove jednog protektiranja. Za ovaj faktor se u svim slučajevima usvaja vrednost 1,5 (trošak protektiranja jednak je 50% od nabavne cene pneumatika).

MaximumTireLife je vrednost maksimalno očekivanog radnog veka pneumatika i navedena je za svaki tip i dimenziju pneumatika u dodatku F (*Appendix F*).

TireWearFactor je faktor redukcije maksimalnog radnog veka pneumatika u zavisnosti od uslova rada, položaja pneumatika i tipa mašine. Vrednosti su date u dodatku D (*Appendix D*).

TireLifeFactor predstavlja faktor uvećanja radnog veka pneumatika usled protektiranja. Za ovaj faktor usvaja se 1,8 (protektiranjem se radni vek pneumatika produžava 80%).

Troškovi popravke i zamene pneumatika procenjuju se na 15% od ukupnih troškova pneumatika. Ovaj iznos se koriguje već pomenutim faktorom LAF (*Labor adjustment factor*) koji predstavlja korektivni faktor kojim se usklađuju regionalne razlike i naveden je za svaki region posebno, u dodatku B (*Appendix B*). Formula za proračun troškova popravke i zamene pneumatika glasi:

$$\text{TireRepairCost} = \text{TotalHourlyTireWearCost} * LAF * 0,15$$

5.5. Proračun koštanja radnog sata mašine na čekanju

Priznati trošak mašine na čekanju (*Standby rate*) obuhvata trošak angažovanog kapitala (*FCCM – Facilities capital cost of money*) baziran na 40-to časovnoj radnoj nedelji uvećan za polovinu depresijacije na časovnom nivou. Izraženo kroz formulu, glasi:

$$\text{StandbyRate} = (\text{DEPR} * 0,5) + \text{FCCM}$$

Plaćeno čekanje mašine ne sme prevazići 40 časova nedeljno (7 kalendarskih dana) po mašini.

6. PRILAGODAVANJE DATIH PODATAKA REALNIM USLOVIMA

Podaci o koštanju i strukturi cene časa rada pojedinih mašina navedeni u tabeli 2-1 i 2-2 bazirani su na kataloškim cenama mašina iz 2006. godine, regionalnim cenama i faktorima navedenim u dodatku B, uslovima rada opisanim u dodatku B, kao i drugim, navedenim uslovima i cenama. Navedene cene mogu se koristiti kada su izvođačevi podaci nedovoljni da se sračunaju cene

rada mašina. U slučaju da izvođačeva mehanizacija nije navedena u opisu u tabeli 2-1 i 2-2, mora se izvršiti prilagođavanje datih podataka realnim uslovima.

Da bi se mašina smatrala „ekvivalentnom“ opisu datom u tabeli 2-1, njene karakteristike (veličina, kapacitet i snaga) ne smeju se razlikovati više od 10% u odnosu na opisane karakteristike. U slučaju da se karakteristike mašine više razlikuju od navedenih karakteristika, cena časa rada mora se sračunati na osnovu napred opisane metodologije. Prilagođavanje datih podataka realnim uslovima vrši se kada postoji jedna od sledećih izmena u odnosu na opisane uslove:

- Promene u uslovima rada
- Promene u troškovima angažovanja kapitala
- Promene usled izmene radnog vremena u odnosu na 40 časova nedeljno
- Promene usled izmena cene energenta
- Promene usled izmena cena maziva
- Promene usled razlike starosti mašine u odnosu na tabelu 2-1

– Promene usled starosti mašine veće nego što je njen planirani radni vek.

Pri tome, za regionalne uslove navedene u dodatku B nisu predviđene izmene, osim u slučaju promene cena energenata i troškova angažovanja kapitala. Takođe, nema izmena cena za troškove održavanja i opravki, kao i troškove zamene i popravke pneumatika.

6.1. Promene u uslovima okruženja

Ukoliko su uslovi okruženja različiti u odnosu na navedene, Nadzorni organ mora da ih overi i da se proračun prilagodi realnim uslovima.

6.2. Promene u troškovima angažovanja kapitala

Ukoliko se troškovi angažovanja kapitala računaju po drugačijim kamatnim stopama u odnosu na navedene, cena rada mašine obračunava se prema formuli:

$$TotalHourlyRate = DEPR + (FCCM * NEWCMR / OLDCMR) + OperatigCost$$

Gde *TotalHourlyRate* predstavlja ukupno koštanje radnog sata, DEPR je trošak depresijace po času, FCCM predstavlja trošak angažovanog kapitala, NEWCMR je kamatna stopa koja se primenjuje, OLDCMR je stara kamatna stopa i OperatigCost predstavlja troškove eksploatacije (sračunate na osnovu stare kamatne stope).

6.3. Promene usled izmene radnog vremena u odnosu na 40 časova nedeljno

Ako je stvarni broj radnih sati na nedeljnom nivou veći od 40 h, potrebno je izvršiti izmene u troškovima angažovanog kapitala (FCCM). Cena rada mašine obračunava se, na sličan način kao i kod promena u troškovima angažovanja kapitala, prema formuli:

$$TotalHourlyRate = DEPR + (FCCM * 40h / Actual) + OperatigCost$$

Gde *Actual* predstavlja predstavlja broj stvarni radnih sati na nedeljnom nivou.

6.4. Promene usled izmene u cenama goriva i maziva

Troškovi radnog sata mehanizacije mogu se prilagoditi novim cenama energenata i maziva ukoliko prosečna cena na gradilištu varira više od 10% u odnosu na cenu prikazanu u dodatku B. Pri tome, izvođač mora dokazati povećanje cene goriva i maziva odgovarajućim računima, izdatim od poznatih dobavljača i za veće količine. Cena rada mašine obračunava se, prema formuli (za povećanje cene goriva):

$$TotalHourlyRate = (DEPR + FCCM) + (FOG + TireWear + TireRepari + Repair) + (NewFuelCost/Fuel CostInAppendixB)*FUEL$$

6.5. Promene usled razlike starosti mašine u odnosu na tabelu 2-1

Kada je mašina starija ili mlađa od godišta navedenog u tabeli 2-1, za usklađivanje troškova mogu se koristiti koeficijenti navedeni u tabeli 3-1, ili se koristi postupak opisan u poglavlju „Nabavna vrednost mašine“.

Table 3-1 Equipment Age Adjustment Factors for Ownership Cost

CATEGORY SUB	REGION 1 TYPE OF EQUIPMENT	Year Purchased New																	
		Life in Years																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
C65	0.00	CONCRETE VIBRATORS	1.11	1.08	1.04	1.00													
C70	0.00	DRANES, GANTRY & STRADDLE																	
C75	0.00	DRANES, HYDRAULIC, SELF-PROPELLED	1.15	1.13	1.05	1.00	0.97	0.94	0.88	0.89	0.89	0.88	0.86						
C80	0.00	DRANES, HYDRAULIC, TRUCK MOUNTED																	
C80	0.01	UNDER 20 TON	1.15	1.13	1.05	1.00	0.97	0.94	0.88	0.89	0.89	0.88	0.86						
C80	0.02	20 TON THRU 25 TON	1.15	1.13	1.05	1.00	0.97	0.95	0.88	0.89	0.89	0.88	0.86	0.84					
C80	0.03	26 TON THRU 125 TON	1.15	1.13	1.05	1.00	0.97	0.95	0.88	0.89	0.89	0.88	0.86	0.84	0.81	0.79			
C80	0.04	OVER 125 TON	1.15	1.13	1.05	1.00	0.97	0.95	0.88	0.89	0.89	0.88	0.86	0.84	0.81	0.80	0.79		
C85	0.00	DRANES, MECHANICAL, LATTICE BOOM, CRAWLER MOUNTED																	
C85	0.11	DRAOLINE, CLAMHELL, 0 THRU 1.0 CY	1.16	1.14	1.07	1.00	0.97	0.94	0.87	0.89	0.88	0.87	0.85						
C85	0.12	DRAOLINE, CLAMHELL, OVER 1.0 CY THRU 2.5 CY	1.16	1.13	1.07	1.00	0.97	0.94	0.87	0.89	0.88	0.87	0.85	0.83					
C85	0.13	DRAOLINE, CLAMHELL, OVER 2.5 CY THRU 5.0 CY	1.16	1.13	1.07	1.00	0.97	0.94	0.88	0.89	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79			

Slika 8. Primer dela table 3-1

Table 3-2 Equipment Age Adjustment Factors for Standby Cost

CATEGORY	SUB	REGION 1 TYPE OF EQUIPMENT	Year Purchased New																	
			Life in Years																	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
E30	0.10	GENERAL PURPOSE, MANUAL TRIP	1.14	1.12	1.06	1.00	0.96	0.95	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.83	0.77	0.73
E30	0.20	LAYDOWN	1.14	1.12	1.06	1.00	0.96	0.95	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.83	0.77	0.73
E30	0.30	LOWBOY	1.14	1.12	1.06	1.00	0.96	0.95	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.83	0.77	0.73
E30	0.40	LOW SLUMP	1.14	1.12	1.06	1.00	0.96	0.95	0.89	0.90	0.91	0.91	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.83	0.77	0.73
E35	0.00	BUCKETS, GRAVLINE																		
E35	0.10	LIGHT WEIGHT	1.15	1.12	1.06	1.00	0.97	0.95	0.88	0.90	0.91	0.90	0.90	0.88	0.87	0.86	0.86	0.82	0.76	0.72
E35	0.20	MEDIUM WEIGHT	1.14	1.12	1.06	1.00	0.97	0.95	0.88	0.90	0.91	0.90	0.90	0.88	0.87	0.86	0.86	0.82	0.76	0.72
E35	0.30	HEAVY WEIGHT	1.14	1.12	1.06	1.00	0.97	0.95	0.88	0.90	0.91	0.90	0.90	0.88	0.87	0.86	0.87	0.83	0.76	0.72
C05	0.00	CHAIN SAWS	1.15	1.12	1.07	1.00	0.96	0.95	0.93	0.93	0.92	0.91	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74
C10	0.00	COMPACTORS, WALK-BEHIND OR REMOTE CONTROLLER																		
C10	0.10	COMPACTORS, RAMMERS / TAMPERS & VIBRATORY PLATES	1.14	1.11	1.06	1.00	0.97	0.95	0.94	0.93	0.93	0.91	0.89	0.88	0.86	0.84	0.82	0.80	0.78	0.76

Slika 9. Deo table 3-2

Da bi se dobila cena rada mašine proizvedene određene godine, potrebno je troškove osnovnog sredstva (DEPR + FCCM) koji su bazirani na ceni mašine iz 2006. godine uvećati koeficijenom iz table 3-1 za odgovarajuću godinu proizvodnje te mašine.

6.6. Promene usled starosti mašine veće nego što je njen planirani radni vek

Ukoliko je starost mašine veća nego što je njen predviđeni radni vek (naveden u dodatku D) nije moguće primeniti napred navedenu metodologiju. U tom slučaju, potrebno je troškove osnovnog sredstva (DEPR + FCCM) pomnožiti faktorom iz table 3-1 za odgovarajući tip mašine. Pri tome, uzima se najmanji navedeni faktor za tu vrstu mašine, ma koliko da je stara mašina.

6.7. Promene cene radnog sata na čekanju usled starosti mašine koja se razlikuje od starosti navedene u tabeli 2-1

Ukoliko je starost mašine veća nego što je navedeno u tabeli 2-1 (2006. godina), pri proračunu koštanja radnog sata mašine na čekanju može se koristiti tabela 3-1 sa korektivnim faktorima.

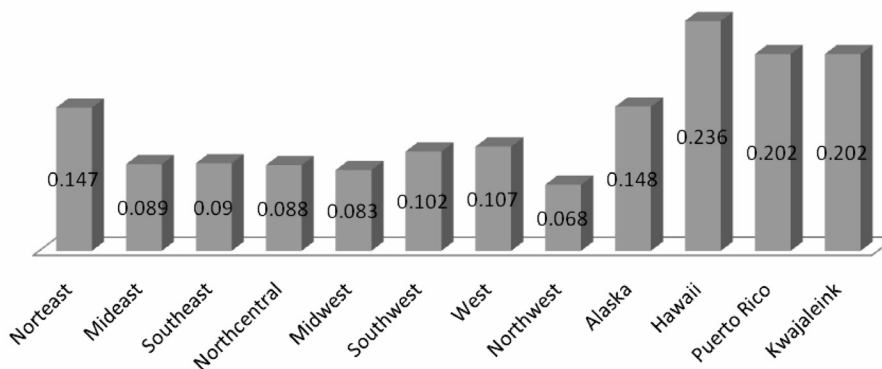
Cena rada na čekanju, za mašinu proizvedenu određene godine, dobila bi se tako što bi se cena rada za takvu mašinu proizvedenu 2006. godine pomnožila koeficijentom za odgovarajuću godinu proizvodnje iz table 3-2. Pri tome, mašina može biti i starija i mlađa od 2004. godine.

7. PRIMENA METODOLOGIJE PRORAČUNA USACE VAN TRŽIŠTA SAD

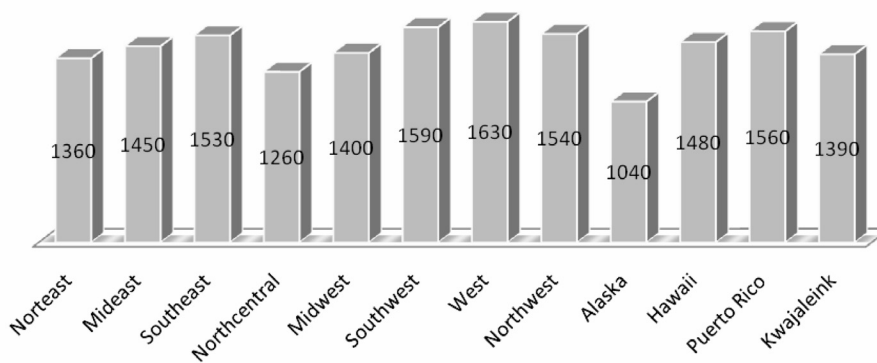
Pre analize prikazane metodologije treba primetiti da troškovi radne snage (rukovaoca) nisu obuhvaćeni metodologijom. Takođe, nije predviđeno ni računanje profita već su samo prikazani troškovi (bez troškova radne snage).

Pri definisanju metodologije, kao i pri proračunu troškova rada mašina, velika pažnja je posvećena regionalnim karakteristikama rada pojedinih mašina. Obzirom da se metodologija primenjuje na veoma širokom području, evidentne su velike razlike u ceni radnog časa mašina koje su prouzrokovane različitim ulaznim parametrima.

Razlika, recimo, u ceni električne energije, iznosi 347%. Sličan je slučaj i sa klimatskim uslovima koji definišu planirani broj radnih sati na godišnjem nivou.



Slika 10. Cena električne energije po regionima [\$/KWh]



Slika 11. Broj radnih sati na godišnjem nivou po regionima

Ovaj podatak ima odlučujući uticaj na iznos troškova angažovanog kapitala. Broj radnih sati na godišnjem nivou kreće se od 1040 h do 1630 h.

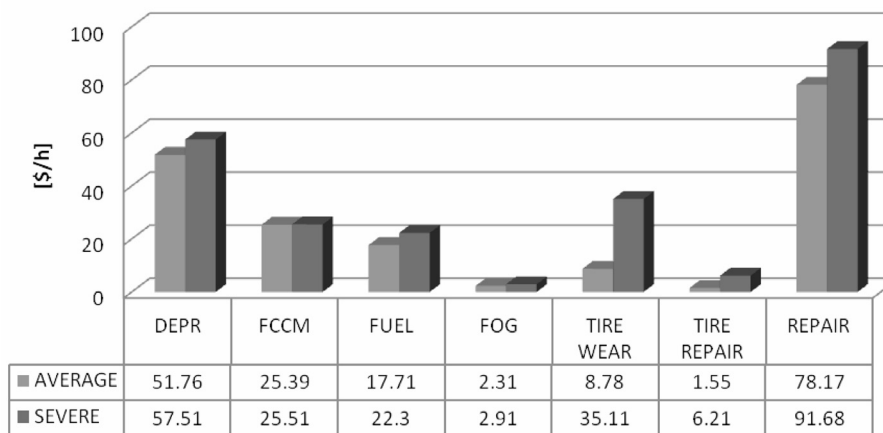
Ovakva razlika u regionalnim specifičnostima nameće zaključak da je proračun koštanja radnog sata usko vezan za teritoriju na kojoj se angažuje mašina. Troškovi koje je mašina imala na nekoj teritoriji ne mora da budu adekvatni troškovima koje ta ista mašina ima na nekoj drugoj lokaciji. Uslov za sličnost iznosa troškova je sličnost uslova u kojima je mašina radila. Pri tome je bitnije slediti kvalitetnu proceduru procene troškova nego preuzimati čak i konkretne podatke o napravljenim troškovima rada mašina.

Uticaj uslova rada je takođe bitno istaknut u metodologiji koju preporučuje USACE. Uslovi rada se definišu kao srednji, otežani i teški. Bitno je primetiti da samo definisanje uslova rada nije opšte, već je vezano za konkretan tip mašine. Precizno definisanje radnih uslova bitno je i zbog procene perioda depresijacije (radnog veka mašine), obzirom da trošak depresijacije ima velikog udela u ukupnim troškovima mašine. Kolikog uticaja ima pravilna procena perioda depresijacije najbolje se vidi u

slučaju grupe mašina označenih sa M10 – (*Clamshell dredges < 5 cy, Amphibious Excavator*) gde se taj period može usvajati u granicama od 20.000 h za srednje uslove rada do 9.000 h za teške uslove rada. Na slici 12 prikazana je struktura troškova za srednje i teške uslove rada. Ukupni troškovi iznose 185,67\$/h za srednje i 241,23 za teške uslove rada, što čini razliku od 30%. Ovolika razlika čini da greška u proceni uslova rada može imati katastrofalne posledice, čak i ako se ostala procedura procene troškova izvede precizno. Takođe, ovakva razlika može istopiti sav profit koji izvođač može napraviti angažovanjem te mašine.

Proračun depresijacije baziran je na linearnom modelu. Ovakav model je najlakši za proračun ali nije i najprecizniji, obzirom da tržišna cena mašina sa godinama ne prati linearnu promenu. Ovakvim modelom se za nove mašine dobijaju nešto manji troškovi od realnih, dok se za starije mašine dobijaju veći troškovi nego što su realni.

Ovaj nedostatak delimično se anulira primenom „preostale vrednosti“ (Salvage Value) u formulama za proračun depresijacije. Podaci o ovim veličinama bazirani



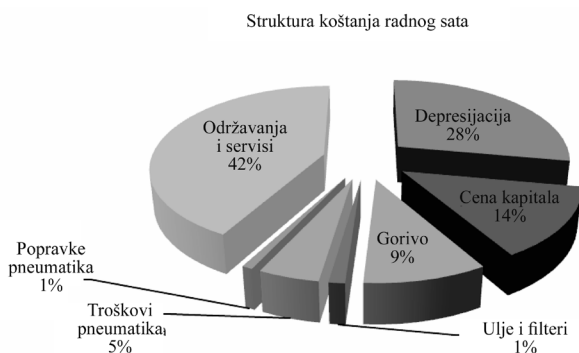
Slika 12. Struktura troškova za kran sa rešetkastom katarkom, 150 tona, 260`strelom za srednje (average) i teške (severe) uslove rada.

su na realnim oglasima i prodajama mašina objavljenim u Green Guide Volumes I and II, i Handbook of New and Used Construction Equipment Values, Equipment Watch. Potrebno je istaći da je podatak o preostaloj vrednosti mašine jedinstven za mašinu, bez obzira u kakvom je ona stanju, odnosno, ne postoji razlika za rad u srednjim i teškim uslovima rada. Ovo je razumljivo obzirom da se uslovi rada propisuju za konkretan projekat i pozicije, dok je stanje mašine uzrokovano radom na prethodnim projektima, održavanjem mašine, servisiranjem i sl. Pretpostavlja se da bi određivanje preostale vrednosti na bilo koji drugi način bilo proizvoljno i nedovoljno precizno. Ovaj problem je dodatno ublažen i posebnim uputstvom za proračun depresijacije mašina kod kojih je starijih mašina sa radnim vekom većim od planiranog radnog veka za tu mašinu.

Trošak goriva je linearno vezan za snagu motora preko faktora goriva (*Fuel Factor*). Jedina promenjiva veličina je faktor snage (*HPF – Horsepower factor*) koji definiše stepen opterećenja motora, i koji je za srednje uslove rada dat u dodatku D. Ipak, ova veličina može bitno da utiče na trošak potrošnje goriva. U metodologiji je prihvaćeno da se ovaj faktor može prilagođavati realnim uslovima, kao što su obučenos rukovaoca, tip materijala, tip radnog ciklusa, kao i sveopšta efikasnost rada na gradilištu. Zaključak ovakovog pristupa je da nije moguće unapred precizno definisati faktor snage, a samim tim i troškove goriva. Time se dolazi i do činjenice da trošak goriva po satu na dva projekta ne mora da bude isti, već se mora uvek procenjivati na osnovu konkretnih uslova rada. Uticaj uslova rada na potrošnju goriva definisan je na način da je u teškim uslovima rada potrošnja goriva veća za 30%. Ono što nije definisano je odnos potrošnje goriva prema starosti mašine. Prikazan odnos

$$\text{Fuel Factor} = \text{HPF} * 0,019468 \quad [\text{lit/KSh}]$$

primenjiv je na novim mašinama dok je za mašine sa velikim brojem radnih sati, bar prema domaćim iskustvima, taj odnos i do 40% veći. Pitanje faktora goriva je tim značajnije jer su i troškovi ulja, maziva i filtera u direktno vezi sa troškovima goriva.



Slika 13. Struktura koštanja radnog sata za kran sa rešetkastom katarkom, 150 tona, 260`strelom za srednje uslove rada

Na slici 13 prikazana je struktura troškova za kran sa rešetkastom katarkom, 150 tona, 260`strelom za sred-

nje uslove rada. Sličan odnos između trošova je i za ostale tipove mašina. Ono što je karakteristično je da trošak osnovnog sredstva (DEPR + FCCM) čini 42% od ukupnih troškova. Pored toga, trošak održavanja i servisa (REPAIR) čini 42% od ukupnih troškova. Ovakav procenat pokazuje da se planira redovna i kvalitetna služba održavanja i popravki, obzirom da se planira trošak održavanja i servisa od 78,17 \$/h.

8. ZAKLJUČAK

Metodologija proračuna troškova rada mehanizacije definisana pravilnikom United States Army Corps of Engineering detaljno opisuje način formulisanja troškova osnovnog sredstva i troškova eksploatacije koji mogu nastati pri radu građevinskih mašina na teritoriji Sjedinjenih Američkih Država. Pri tome je dat i konkretni iznos koštanja radnog sata, kako u ukupnom iznosu, tako i kroz strukturu ovih troškova, za više uslova rada. Prikazana je metodologija koja se može primeniti kako na navedene mašine, tako i na sve druge mašine i uslove rada.

Osnova za prikaz podataka o troškovima rada predstavlja baza od oko 2.000 građevinskih mašina, grupisanih u 101 kategoriju, sa detaljno prikazanom strukturom troškova. U ovoj bazi nalaze se svi značajniji proizvođači sa svojim reprezentativnim proizvodnim programom. Za svaku mašinu je data specifikacija osnovnih karakteristika, sa kratkim opisom i karakteristikama, kao i detaljna struktura troškova za srednje i teške uslove rada.

Vrednost napred prikazane baze podataka, kao i mogućnosti njene primene na našem tržištu, mogu se svrstati u dve osnovne kategorije:

- Jasan, dosledan i precizan prikaz načina obračuna troškova radnog sata građevinskih mašina, uključujući i različite uslove rada mašina, kao i lokalne specifičnosti određenog tržišta.
 - Detaljni podaci o parametrima troškova rada oko 2.000 građevinskih mašina
- Ovakva baza može da posluži kao dobar uzor i primer formiranja slične baze podataka za domaće tržište. Takva publikacija bi mogla da olakša planiranje (pogotovo na infrastrukturnim projektima) i kontrolu troškova projekata, kao i da pomogne izvođačima da optimalno koriste svoje resurse.

LITERATURA

- [1] Schaufelberger, E.: *Johh Construction Equipment Management*, Prentice Hall, USA, 1999.
- [2] <http://www.usace.army.mil>
- [3] Trbojević, Ž.: "Troškovi mehanizovanog rada", *Gradjevinski kalendar*, Savez građevinskih inženjera i tehničara Jugoslavije, 1971.
- [4] *Građevinske mašine*, *Građevinska knjiga*, Beograd, 1971.
- [5] Trbojević, B.: *Građevinske mašine*, *Građevinska knjiga*, Beograd, 1972, 1974, 1976, 1979, 1981, 1984, 1987.
- [6] Trbojević, B., Prašćević, Ž.: *Građevinske mašine IX izdanje*, *Građevinska knjiga*, Beograd, 1990.