

Metodologija pojednostavnjenog proračuna učinka vozila

Stjepan Bezak, Zdravko Linarić, Mladen Vukomanović

Ključne riječi

učinak vozila,
gradilišni promet,
cestovni promet,
prijevoz,
sipki materijal,
troškovi građenja

Key words

vehicle performance,
site traffic,
road traffic,
transport,
loose materials,
construction costs

Mots clés

rendement de véhicules,
circulation sur le chantier,
circulation sur la route,
transport,
matériaux meubles,
coûts de construction

Ключевые слова

производительность
транспортного средства,
строительный
транспорт,
дорожный транспорт,
перевозка,
сыпучие строительные
материалы,
расходы строительства

Schlüsselworte

Fahrzeugleistung,
Baustellenverkehr,
Strassenverkehr,
Transport,
Streubaustoff,
Baukosten

S. Bezak, Z. Linarić, M. Vukomanović

Prethodno priopćenje

Metodologija pojednostavnjenog proračuna učinka vozila

Opisana je pojednostavnjena metodologija proračuna učinka vozila, sa svim elementima koji utječu na učinak i metodologija proračuna troškova prijevoza u gradilišnom i cestovnom prometu. Prikazana su dva primjera proračuna troškova prijevoza sipkih materijala. Obrazloženo je kako povećanje produktivnosti prijevoznih sredstava smanjuje ukupne troškove građenja. Kvalitetno planiranje radnog učinka prijevoznih sredstava, nužno je da bi se izračunale prihvatljive tržišne cijene radova

S. Bezak, Z. Linarić, M. Vukomanović

Preliminary note

Methodology for a simplified vehicle-performance analysis

The simplified methodology for calculating performance of vehicles, with all performance-related elements, is described, and the transport cost calculation methodology in the on-site and road traffic conditions is analyzed. Two methods for calculating transport costs for loose materials are presented. The authors explain how the higher productivity of transport vehicles contributes to an overall decrease of construction costs. The performance of transport vehicles must adequately be planned so that the prices charged for works can remain reasonable.

S. Bezak, Z. Linarić, M. Vukomanović

Note préliminaire

Méthodologie de calcul simplifié du rendement de véhicules

La méthodologie simplifiée de calcul du rendement de véhicules, avec les éléments de rendement correspondants, est décrite. La méthodologie de calcul des coûts de transport dans les conditions de circulation sur le chantier et sur la route, est analysée. Deux méthodes de calcul des coûts de transport des matériaux meubles sont présentées. Les auteurs expliquent comment une plus grande productivité des véhicules de transport contribue à la réduction générale des coûts de construction. Le rendement des véhicules de transport doit être planifié de manière appropriée pour que les prix payés pour travaux restent raisonnables.

С. Безак, З. Линарич, М. Вукоманович

Предварительное сообщение

Методология упрощенного расчета производительности транспортного средства

Описан упрощенный метод расчета производительности транспортного средства со всеми элементами, оказывающими влияние на производительность, и методология расчета транспортных расходов в сфере транспорта на стройке и дорожного транспорта. Приведены два примера расчета транспортных расходов перевозки сыпучих строительных материалов. Показаны обоснование уменьшения общих строительных расходов при повышении продуктивности транспортных средств. Качественное планирование производительности работы транспортных средств необходимо для расчета приемлемых рыночных цен работ.

S. Bezak, Z. Linarić, M. Vukomanović

Vorherige Mitteilung

Methodologie der vereinfachten Berechnung der Fahrzeugleistung

Beschrieben ist eine vereinfachte Methodologie der Berechnung der Fahrzeugleistung, mit allen Elementen welche die Leistung beeinflussen, sowie die Methodologie der Berechnung der Transportkosten im Baustellen- und Strassenverkehr. Dargestellt sind zwei Beispiele der Berechnung der Transportkosten für Streubaustoff. Es wird begründet wie die Vergrößerung der Produktivität der Fahrzeuge die gesamten Baukosten vermindert. Qualitätvolles Planen der Arbeitsleistung der Fahrzeuge ist notwendig um annehmbare Marktpreise der Arbeiten zu errechnen.

Autori: Prof. dr. sc. **Stjepan Bezak**, dipl. ing. građ.; prof. dr. sc. **Zdravko Linarić**, dipl. ing. građ.; mr. sc. **Mladen Vukomanović**, dipl. ing. građ., Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb

1 Uvod

Prijevoz sipkih materijala na veće udaljenosti obavlja se vozilima, a prema podacima iz stručne literature za zemljane se radove, smatra da je prijevoz vozilima isplativ od 300 m i više, ovisno o vrsti vozila, vrsti i konfiguraciji prometnice, vrsti kolnika i td.

Radni učinak vozila, npr. kamiona i zglobnih dampera na gradilištu, temelji se na pretpostavci cikličkog rada. Vrijeme jednoga radnoga ciklusa vozila obuhvaća: utovar vozila, vožnju punog vozila, vožnju praznog vozila, istovar vozila i vrijeme manevara. Međutim, kamioni mogu kontinuirano prevoziti, na duljim razdaljinama, tijekom duljih razdoblja, i to uglavnom po javnim cestovnim prometnicama. U tom slučaju, za ocjenu učinaka kamiona treba sasvim drugačiji pristup. Učinak se ne računa kao učinak prijevoznog sredstva pri građenju, već kao sredstvo prometovanja ili prometa robe na duljim razdaljinama.

Učinak vozila ovisi o brzini kretanja u odnosu na masu tereta koji prevoze. Brzina kretanja i masa tereta ovisni su o vučnoj snazi vozila, tj. snazi pogonskog motora. Snaga pogonskog motora je u međusobno uvjetovanoj vezi s nosivosti, kao i s konstrukcijskim obilježjima vozila koja omogućavaju tu nosivost.

Postoji razlika između radnog učinka pojedinog vozila i učinka grupe vozila. Učinak grupe vozila nije jednak najvećem mogućem zbroju učinaka pojedinih vozila. Naime, pri prometovanju više vozila često dolazi do pojave redova u kojima ona, primjerice, čekaju na utovar (tzv. *repovi*) [8] posebice ako postoji nesrazmjer (premalno) utovarnih sredstava prema broju (previše) vozila čime se smanjuje najveći mogući učinak pojedinog vozila. Najpovoljniji odnos broja utovarnih sredstava i broja vozila povezanih u radu daje najveći mogući učinak kao grupa strojeva i vozila. Optimalni se odnos broja utovarnih sredstava i vozila može shvatiti kao onaj koji omogućava neprekinuti rad utovarnih sredstava i neprekinuti ciklički rad vozila bez njihova čekanja na utovar.

U ovom je članku opisana metodologija proračuna radnih učinaka vozila, tj. proračun učinka pojedinačnog vozila uobičajenim inženjerskim (determinističkim) načinom. Razmatraju se dva pristupa proračunu učinka vozila za cestovni i gradilišni promet, te metodologija proračuna troškova prijevoza. Na kraju članka je diskusija prikazane metodologije sa zaključcima za njezinu primjenu u praksi.

2 Metodologija proračuna učinka vozila

Prema metodologiji, učinak vozila kod prijevoza sipkih materijala proračunavamo:

- kao prijevoz u javnom cestovnom prometu i
- kao prijevoz u gradilišnom prometu.

Prijevoz u javnom cestovnom prometu podrazumijeva vožnju uredno registriranog vozila (kamiona) za promet na autocestama, državnim i županijskim cestama, u skladu s valjanim zakonima i propisima za cestovni promet.

Prijevoz u gradilišnom prometu podrazumijeva vožnju po gradilišnoj prometnici, s kolničkim zastorom ili bez njega, sa svim ograničenjima koja utječu na promet kamionima, što se tiče ograničenja brzine vožnje i slično. Dakle, pristup proračunu razlikuje se u načinu određivanja brzine kretanja vozila, a osnova samog proračuna u oba je slučaja sljedeća.

Planirani (planski) učinak vozila (U_p), proračunava se iz izraza [1][9]:

$$U_p = U_t \cdot k_i \quad (\text{m}^3/\text{h ili t/h rastresito}) \quad (1)$$

gdje je:

U_t - teorijski učinak vozila,

k_i - koeficijent ispravka teorijskog učinka,

Teorijski učinak vozila (U_t), proračunava se iz izraza:

$$U_t = n_c \cdot Q_c \quad (2)$$

gdje je:

n_c - broj ciklusa koji vozilo napravi u razmatranom vremenu

Q_c - obujam ili količina učinka po jednom ciklusu.

Broj ciklusa koji vozilo napravi u razmatranom vremenu (npr. 1 sat ili 60 min), dobije se iz izraza;

$$n_c = \frac{60}{t_c} \quad (3)$$

gdje je:

t_c - vrijeme jednog ciklusa rada vozila,

2.1 Obujam ili količina učinka

Obujam ili količina učinka (Q_c) po jednom ciklusu dobije se tako da se obujam (q) sanduka vozila ispravi koeficijentom punjenja. Razni autori daju različite oznake ovog koeficijenta npr. φ [5] ili f_r , [6], ali u domaćoj literaturi najčešće je to oznaka k_{pu} [9]. Pri proračunu količine učinka navedeni koeficijent može biti ili veći od jedan (tada je to punjenje *povrh*), ili jedan (*normalno* punjenje), ili manji od jedan (punjenje ispod *normale*).

Obujam ili količinu učinka proračunamo iz izraza [1][9]:

$$Q_c = q \cdot k_{pu} \quad (4)$$

gdje je:

q - obujam sanduka vozila

k_{pu} - koeficijent punjenja.

Većina autora koeficijent punjenja razlikuje prema uvjetima u gradilišnom ili cestovnom prijevozu. Za gradilišne uvjete prijevoza punjenje vozila uzima se s koeficijentom 1,0 do 1,2 [6]. Za prijevoz po javnim prometnicama koeficijent punjenja je maksimalno 1,0 ili najčešće manje od jedan (0,95), jer zakonske norme propisuju da se sanduk vozila ne može puniti iznad obujma sanduka vozila bez dodatne oplate.

2.2 Koeficijent ispravka (korekcije) učinka

Koeficijent ispravka (k_i) teorijskog učinka vozila dobije se iz izraza:

$$k_i = k_o \cdot k_p \quad (5)$$

gdje je:

k_o - opći koeficijent ispravka

k_p - posebni koeficijent ispravka

Opći se koeficijent ispravka (k_o) sastoji od tri koeficijenta [8].

Prvi je koeficijent iskorištavanja radnog vremena (k_{rv}) koji daje omjer ukupnoga radnog vremena i mogućega efektivnoga radnog vremena. Na primjer, kod odličnog iskorištavanja efektivnog rada (55 min na sat) koeficijent k_{rv} iznosi 0,92 [9].

Drugi je koeficijent organizacije (k_{og}) koji zamjenjuje uvjete rada stroja ili vozila na gradilištu, a iznosi od 0,60-0,84 za gradilište [9], a za cestovni promet može se uzeti 1,00.

Treći koeficijent jest koeficijent dotrajivosti stroja (k_{ds}), a odnosi se na pouzdanost i opće stanje vozila. Zbog prirode posla obvezatne stalne kontrole stanja vozila (godišnji tehnički pregledi, registracija vozila...) ona su uglavnom uvijek dobro održavana pa se u načelu pri proračunu njihova učinka može uzeti koeficijent dotrajivosti $k_{ds} = 1,00$ [9].

Posebni koeficijenti ispravka (k_p) teorijskog učinka (U_i) pri proračunu učinka razmatranih vozila uglavnom se ne uzima [9] u obzir jer stanje sipkih materijala koji se prevoze bitno ne utječe na njihov radni učinak, posebice što su ta sredstva svojim oblikom, konstrukcijom i načinom rada prilagođena pojedinim vrstama i stanjima koja premještaju. Manevarske sposobnosti vozila su također njegova temeljna radna obilježja koja mu omogućavaju traženu tehničku učinkovitost u radu.

Koeficijent ispravka (k_i) ima sljedeći oblik:

$$k_i = k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} \quad (5a)$$

gdje je:

k_o - opći koeficijent ispravka

k_{og} - koeficijent organizacije

k_{rv} - koeficijent iskorištavanja radnog vremena

k_{ds} - koeficijent dotrajivosti stroja.

2.3 Brzina kretanja

Vozilo se ne kreće po pojedinim dijelovima ili dionicama puta stalno jednom te istom najvećom mogućom brzinom (v_{max}), nego promjenjivim brzinama koje se za potrebe proračuna rabe kao prosjek ostvarenih brzina ili prosječna brzina. Naime, brzina kretanja vozila na početku je nula te se tijekom kretanja vozila sve više povećava (odnosno smanjuje) i približava najvećoj dopuštenoj brzini. Međutim, na kretanje vozila pri većim brzinama pojavljuju se različiti otpori koji umanjuju maksimalnu moguću brzinu, a time bitno utječu na prosječnu brzinu. U literaturi se najčešće spominje otpor kotrljanja, uspona itd. [8], [9], [11], a vrijednosti se mogu naći u tablicama raznih priručnika [4]. Moramo napomenuti da pojedini autori [6] daju dijagrame proračunanih prosječnih brzina punih i praznih kamiona za različite cestovne podloge - od gradilišnih prometnica do autocesta.

Prosječna brzina kretanja za praktične potrebe planiranja radnih učinaka vozila može se proračunati pomoću faktora brzine (f_b) [7], [8] koji umanjuje najveću moguću brzinu (v_{max}) na prosječnu brzinu ($v_p = v_{max} \cdot f_b$), ovisno o duljini pojedine dionice puta te polazi li vozilo u vožnju dionicom s mjesta ili je u pokretu. Za potrebe približnog proračuna može se očitati iz posebne tablice, a kao primjer daju se okvirni podaci [8] u tablici 1.

Tablica 1. Okvirne vrijednosti za faktor brzine (f_b). [8]

Duljina dionice	Kretanje s mjesta	U pokretu
0,1 - 1 km	0,35 - 0,75	0,70 - 0,85
> od 1 km	0,70 - 0,85	0,80 - 0,90

2.4 Vrijeme ciklusa

Vrijeme jednog ciklusa vozila (t_c) proračunava se iz izraza [9]:

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m \quad (6)$$

gdje je:

t_u - vrijeme utovara

t_{vo} - vrijeme vožnje punog (opterećenog) vozila

t_{vp} - vrijeme vožnje praznog vozila

t_i - vrijeme istovara

t_m - vrijeme manevara i izmjene vozila.

Za utovara (t_u) uzima se vrijeme trajanja procesa rada stroja na utovaru materijala. Kao utovarno sredstvo rabi se bager ili utovarivač.

Vrijeme vožnje punog vozila (t_{vo}) proračunamo iz izraza:

$$t_{vo} = \frac{L_{do}}{v_{po}} \quad (7)$$

Vrijeme vožnje praznog vozila (t_{vp}) proračunamo iz izraza:

$$t_{vp} = \frac{L_{dp}}{v_{pp}} \quad (8)$$

gdje je:

L_{do} - ukupna duljina vožnje punog vozila u odlasku

L_{dp} - ukupna duljina vožnje praznog vozila u povratku

v_{po} - prosječna brzina na čitavom putu u odlasku punog vozila

v_{pp} - prosječna brzina na čitavom putu u povratku praznog vozila.

Prosječne brzine vozila u odlasku i dolasku proračunaju se iz izraza $v_p = v_{max} \cdot f_b$ [8].

Vrijeme istovara (t_i) uzima se od 0,5 do 0,7 min, najviše 3 min.

Vrijeme manevara (t_m) i izmjene vozila uzima se od 0,3 do 0,5 min, najviše 5 min.

2.5 Planirani učinak

Kako smo već prije konstatirali planirani (planski, praktični) učinak vozila proračunava se iz izraza (1), a izražava se u m^3/h ili tona/h u rastresitom stanju. Kada se u osnovni izraz (1) uvrste izrazi (2), (3) i (4) dobiva se:

$$U_p = \left[\frac{60}{t_c} \cdot (q \cdot k_{pu}) \right] \cdot k_i \quad (10)$$

gdje je:

U_p - planirani učinak vozila (planski, praktični)

t_c - vrijeme jednog ciklusa rada vozila

q - obujam sanduka vozila

k_{pu} - koeficijent punjenja

k_i - koeficijent ispravka teorijskog učinka.

3 Metodologija proračuna troškova prijevoza kamionom

Troškovi prijevoza (T_{pr}), u graditeljstvu čine znatan dio troškova građenja, što zahtijeva određenu metodologiju proračuna, odnosno uzimanje u obzir svih elemenata koji

čine ukupan trošak. Prema nekim autorima [12], troškovi prijevoza mogu se proračunati iz sljedećeg izraza:

$$T_{pr} = \frac{K_{\xi}}{U_p} \quad (11)$$

gdje je:

K_{ξ} - cijena radnog sata vozila

U_p - planirani učinak vozila.

Međutim, proračun troškova prijevoza kamionom kao pojedinačnog direktnog troška strojnog rada (t_s) je jednostavniji [9], a dobije se (pojednostavnjeno) umnoškom prodajne cijene radnog sata stroja ($pcss$) [2] i norme vremena (N) kako slijedi:

$$t_s = pcss \cdot N \quad (12)$$

pri čemu je:

$$N = \frac{1}{U_p} \quad (13)$$

gdje je

U_p - planirani učinak vozila

t_s - direktni trošak strojnog rada

N - normativ vremena

$pcss$ - prodajna cijena radnog sata vozila.

4 Primjer proračuna troškova prijevoza sipkih materijala kamionom

Prema metodologiji proračuna troškova prijevoza sipkih materijala kamionom ponajprije je potrebno definirati tehničke podatke kamiona. Kao primjer, za prijevoz se rabi prosječan kamion koji ima sljedeća obilježja:

- kamion kiper (uredno registriran za cestovni promet)
- snaga 170 kW
- nosivost za teret 21 t
- masa vozila 16 t (pretpostavka)
- zajedno masa vozila i teret 37 t.

Nakon utvrđivanja tehničkih podataka kamiona, potrebno je utvrditi duljine dionica (puta) u odlasku i povratku te prosječne brzine kretanja kamiona za prijevoz u javnom cestovnom i gradilišnom prometu. U našem se primjeru predviđa prijevoz sipkih materijala kamionom za sljedeće:

a) *Javnu prometnicu*

L_{do} - 50 km (ukupna duljina vožnje punog vozila u odlasku)

L_{dp} - 50 km (ukupna duljina vožnje praznog vozila u povratku)

v_{po} - 55 km/h (prosječna brzina na čitavom putu u odlasku punog vozila)

v_{pp} - 72 km/h (prosječna brzina na čitavom putu u povratku praznog vozila)

b) *Gradilišnu prometnicu na 5 km*

L_{do} - 5 km (ukupna duljina vožnje punog vozila u odlasku)

L_{dp} - 5 km (ukupna duljina vožnje praznog vozila u povratku)

v_{po} - 21 km/h (prosječna brzina na čitavom putu u odlasku punog vozila)

v_{pp} - 47 km/h (prosječna brzina na čitavom putu u povratku praznog vozila).

Valja napomenuti da se navedene prosječne brzine uzimaju okvirno. Za stvarne uvjete prijevoza potrebno je provesti neposrednu provjeru na temelju snimanja vremenskih uzoraka na gradilišnoj i javnoj prometnici jer ove ovise o brojnim čimbenicima te stvarnim lokacijskim i prometnim uvjetima.

4.1 Troškovi prijevoza u javnom cestovnom prometu

Kao primjer proračuna troškova prijevoza u cestovnom prometu uzimamo prijevoz šljunčanog materijala s prosječnim kamionom 170 kW, nosivost 21 t (12 m³), na udaljenost od 50 km, s koeficijentom punjenja $k_{pu} = 1$.

Koeficijent ispravka (k_i) proračunamo iz izraza (5a)

$$k_i = k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 1,0 \cdot 0,92 \cdot 1,0 = 0,92$$

Za utovara u vozilo uzet je normativ (h/m³) utovarivača [3]:

$$t_u = 0,0588$$

Vožnja punog vozila (prosječna brzina 55 km/h) na 50 km (7):

$$t_{vo} = \frac{L_{do}}{v_{po}} = \frac{50}{55} = 0,9091$$

Vožnja praznog vozila (prosječna brzina 72 km/h) na 50 km (8):

$$t_{vp} = \frac{L_{dp}}{v_{pp}} = \frac{50}{72} = 0,694$$

Vrijeme istovara (1 min):

$$t_i = 0,0166$$

Vrijeme svih manevara (2 min):

$$t_m = 0,0333$$

Proračun trajanja ciklusa prijevoza materijala prema obrascu (6):

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m = 1,7118 \text{ h} = 102,70 \text{ min}$$

Planirani učinak proračunamo iz obrasca (10):

$$U_p = \left[\frac{60}{t_c} \cdot (q \cdot k_{pu}) \right] \cdot k_i = [0,5842 \cdot 12] \cdot 0,92 = 6,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Proračun normativa (13):

$$N = \frac{1}{U_p} = \frac{1}{6,45} = 0,155 \text{ h/m}^3$$

Pretpostavljena prodajna cijena sata rada ($pcss$) kamiona jest 410,90 kn [3].

Cijena prijevoza za 1 m³ na 50 km (12):

$$t_s = pcss \cdot N = 410,90 \times 0,155 = 63,69 \text{ kn/m}^3$$

4.2 Troškovi prijevoza u gradilišnom prometu

Kao primjer proračuna troškova prijevoza u gradilišnom prometu uzimamo prijevoz materijala C kategorije [10] s prosječnim kamionom 170 kW, nosivost 21 t (12 m³), na udaljenost 5 km, s koeficijentom punjenja $k_{pu} = 1,2$.

Koeficijent ispravka (k_i) proračunamo iz izraza (5a);

$$k_i = k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,84 \cdot 0,92 \cdot 1,0 = 0,77$$

Za utovara u vozilo uzet je normativ (h/m³) bagera [3]:

$$t_u = 0,1092$$

Vožnja punog vozila (prosječna brzina 21 km/h) na 5 km (7):

$$t_{vo} = \frac{L_{do}}{v_{po}} = \frac{5}{21} = 0,2381$$

Vožnja praznog vozila (prosječna brzina 47 km/h) na 5 km (8):

$$t_{vp} = \frac{L_{dp}}{v_{pp}} = \frac{5}{47} = 0,1064$$

Vrijeme istovara (1 min):

$$t_i = 0,0166$$

Vrijeme svih manevara (2 min):

$$t_m = 0,0333$$

Proračun trajanja ciklusa prijevoza materijala prema obrascu (6):

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m = 0,487 \text{ h} = 29,22 \text{ min}$$

Planirani učinak proračunamo iz obrasca (10):

$$U_p = \left[\frac{60}{t_c} \cdot (q \cdot k_{pu}) \right] \cdot k_i = [2,053 \cdot 14,4] \cdot 0,77 = 22,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

Proračun normativa (13):

$$N = \frac{1}{U_p} = \frac{1}{22,76} = 0,044 \text{ h/m}^3$$

Pretpostavljena je prodajna cijena sata rada (*pcss*) kamiona 410,90 kn/h [3].

Cijena prijevoza za 1 m³ na 5 km (12);

$$t_s = pcss \cdot N = 410,90 \times 0,044 = 18,08 \text{ kn/m}^3$$

5 Diskusija

U ovome smo radu prikazali pojednostavnjeni prikaz proračuna troškova prijevoza sipkih materijala sa svim elementima i načinom proračuna. Prikazana su dva primjera proračuna planiranog učinka kamiona i proračuna troškova prijevoza sipkih materijala u gradilišnom i cestovnom prometu. Iz navedenih primjera, vidljive su razlike u pristupu proračunu, što se i očituje pri definiranju elemenata troškova prijevoza. Prikazano je kako povećanje produktivnosti povećanjem radnih učinaka stroje-

va i prijevoznih sredstava smanjuje u jednom dijelu ukupne troškove građenja pripadnim smanjenjem neposrednih troškova građenja.

6 Zaključak

Predložene metodologije proračuna radnih učinaka vozila i proračuna troškova prijevoza sipkih materijala daje vrijednosti planiranog učinka (U_p) i iz toga proizašlih troškova prijevoza na određenu udaljenost. Utvrđeni planirani učinak uvijek je pretpostavljena vrijednost, a proračun samo formalni dokaz te pretpostavke, odnosno očekivanja. No proračun je uvijek potreban jer se inženjerski pristup uvijek temelji na nekom računu. Iskustvo i minuli procesi potvrđuju nalaze li se rezultati proračunanih vrijednosti u zadovoljavajućim ili mogućim okvirima te tako stvaraju osnovu za točnije, buduće proračune. Takav način proračuna, iako koeficijenti ispravka to simuliraju, ipak nije stohastički. U sljedećem razdoblju svakako treba istražiti i takve mogućnosti. Inženjeri i menadžeri u građevinarstvu bi svakako trebali kvalitetno planirati i programirati radne učinke građevinskih strojeva i prijevoznih sredstava. Nadalje, dobivenim bi se podacima trebalo koristiti kao temeljnom pretpostavkom za izradu tržišno prihvatljive cijene građevinskih radova, posebice ako su ti radovi visokomehanizirani.

LITERATURA

- [1] Bezak, S.; Linarić, Z.; Bezak, Z.: *Troškovi prijevoza sipkih gradiva*, 4. hrvatski kongres o cestama, Cavtat-Dubrovnik, 2007.
- [2] Bezak, S.; Linarić, Z.: *Metodološki pristup proračunu troškova strojnog rada pri građenju*, Građevinar 61 (2009) 1, 23-27.
- [3] Bilten, *Standardna kalkulacija radova u vodnom gospodarstvu*, Hrvatske vode, Zagreb, 2009.
- [4] Bundesausschuss Leistungslohn Bau-Fachgruppe Erdbau: *Handbuch BML, Daten für die Berechnung von Baumaschinen-Leistungen*, 4. Auflage, Fassung 1983.
- [5] Girmscheid, G.; *Leistungsermittlungs-handbuch für Baumaschinen und Bauprozesse*, 3. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
- [6] Hüster, F.; *Leistungsberechnung der Baumaschinen*, 5. Auflage, Shaker Verlag, Aachen, 2005.
- [7] Jurecka, W.; *Kosten und Leistungen von Baumaschinen*, 3. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag Wien New York, 1975.
- [8] Linarić, Z., Izetbegović, J.; *Učinak toranjskih dizalica i vozila*, Građevni godišnjak 98, HSGI, Zagreb, 1998.
- [9] Linarić, Z.; *Leksikon strojeva i opreme za proizvodnju građevinskih materijala, Učinci za strojeve i vozila pri zemljanim radovima*, biblioteka Mineral, Business Media Croatia d.o.o., Zagreb, 2007.
- [10] *Opći tehnički uvjeti za radove na cestama*, Hrvatske ceste, Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001.
- [11] Slunjski, E.; *Strojevi u građevinarstvu*, HDGI, Zagreb, 1995.
- [12] Trbojević, B., Prašević, Ž.; *Građevinske mašine*, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.