

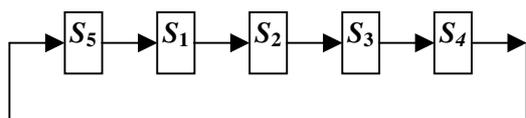
KELIŲ TRANSPORTO SAŲVEIKOS SU UOSTU EFEKTYVUMO ANALIZĖS MODELIS

A. Baublys

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Įvadas

Vežimo procesui kelių transportu labai didelę įtaką daro atsitiktiniai veiksniai, tai: 1) prastovos eilėje krovinius kraunant uoste (jos priklauso nuo transporto priemonių eilėje skaičiaus); 2) prastovos krovinius iškraunant nuvežus juos vartotojui; 3) važiavimo laikas iš pakrovimo punkto į iškrovimo punktą ir 4) grįžimo tuščiąja rida laikas. Pastarieji du veiksniai yra atsitiktiniai dydžiai, kadangi varijuoja priklausomai nuo kelio, oro sąlygų ir t. t. Taigi vežimų technologinio proceso laiką kelių transportu galima pavaizduoti taip:



Vežimų technologinio proceso laikas: S_1, S_2, S_3, S_4 ir S_5 vežimų operacijos

Time of transportation of technological the process

2. Uždavinio formulavimas

Tegul vienas automobilis vienu reisu perveža h tonų krovinių. Vidutiniškai vienas automobilis daro k reisų per pamainą. Bendras krovinių kiekis tonomis, vieno automobilio pervežamas per pamainą, bus lygus vidutiniškai kh . Vidutinę automobilio reiso trukmę žymėsime $\bar{t}(h)$, o pamainos trukmę – $T(h)$. Tada:

$$k = T/\bar{t} . \quad (1)$$

Per pamainą vienu automobiliu pervežamas M kiekis krovinių:

$$M = T/\bar{t} . \quad (2)$$

Jeigu iš viso turime N automobilių, tai per pamainą pervežtų krovinių kiekis bus:

$$M_b = T/\bar{t} . \quad (3)$$

Norint apskaičiuoti M_b , reikia žinoti dydį \bar{t} . Kadangi iškraunant eilių praktiškai nesusidaro, tai $\bar{t} = \bar{t}_e + \bar{t}_l + \bar{t}_n$, čia \bar{t}_e – vidutinis laikas, kurį automobilis sugaišta kelyje ir iškraunant krovinius (t. y. vidutinis laikas nuo momento, kada pakrautas automobilis

išvažiuoja iš uosto, iki momento, kada jis atvažiuos į uostą krovinių); \bar{t}_l – vidutinis laukimo pakrauti laikas eilėje; \bar{t}_n – vidutinis krovos laikas.

Vadinasi, jeigu dydis \bar{t} nepriklausytų nuo automobilių skaičiaus, tai bendra pervežimų apimtis būtų tiesiogiai proporcinga automobilių skaičiui N . Tačiau didinant automobilių skaičių, didėja eilė ir kartu laukimo laikas \bar{t}_l ir dydis \bar{t} . Laikas \bar{t}_l ir \bar{t}_n (kartu ir \bar{t}) gali būti sutrumpinti naudojant daugiau galingų krovos įrenginių arba naudojant ne vieną, o keletą krovos įrenginių.

Praktikoje galimi tokie trys vežimų variantai: 1) iš uosto vežama vienam pagrindiniam vartotojui; 2) yra daug smulkių vartotojų, vežimų apimtis kiekvienam iš jų yra maža, palyginti su bendra vežimų apimtimi; 3) abu variantai kartu.

Pirmąjį variantą galima pateikti kaip uždarają masinio aptarnavimo sistemą. Antrąjį variantą – kaip atviraąją masinio aptarnavimo sistemą, kurioje įeinančio srauto intensyvumas praktiškai nepriklauso nuo automobilių skaičiaus pokyčio kiekvienam konkrečiam vartotojui. Trečiojo varianto neįmanoma nagrinėti analitiniais masinio aptarnavimo teorijos metodais ir jis gali būti ištirtas tik taikant imitacinio modeliavimo metodus.

Išnagrinėsime atsitiktinius dydžius: τ – laiką, kuris sugaištamas pakraunant vieną automobilį, ir η – visą laiką, kuris sugaištamas krovinių vežant, iškraunant ir automobiliui grįžtant į uostą. Šių dydžių pasiskirstymai žymimi atitinkamai $S(x)$ ir $F(x)$, $S(x) = P\{\tau < x\}$, $F(x) = P\{\eta < x\}$.

$S(P)$ – Laplaso transformacija nuo atsitiktinio dydžio t pasiskirstymo tankio bus:

$$\tilde{S}(P) = \int_0^{\infty} -P^x dS(x), \quad P > 0 .$$

Vidutinis pakrovimo laikas \bar{t}_n yra atsitiktinio dydžio matematinė viltis, todėl:

$$\bar{t}_n = \int_0^{\infty} x dS(x).$$

Kaip jau buvo minėta, norint apskaičiuoti vidutinį

kiekį krovinių, pervežamų per pamainą, būtina nustatyti dydį \bar{t} – vidutinę reiso trukmę, kada vežant dalyvauja N automobilių ir naudojama n krovos įrenginių.

3. Reiso vidutinio ilgio skaičiavimas

Automobilio aptarnavimo laiką sudaro laikas, kurio reikia pakrauti krovinius, laukimo eilėje, kol jis bus pakrautas, laikas, pakrauto automobilio buvimo uoste laikas, taip pat laikas iki to momento, kada naujai atvykęs automobilis privažiuoja prie krovos įrenginio kitam pakrovimui ir atsistoja į eilę (jeigu visi krovos įrenginiai užimti) arba atsistoja, kad būtų pakrautas (jeigu yra laisvas krovos įrenginys).

λ dydis, atvirkštinis laukimo laiko matematinei vilčiai, bus:

$$\lambda = 1 / \int_0^{\infty} x d\bar{t}(x) = 1 / \bar{t}_v .$$

Kad nustatytume dydį \bar{t} laikysime, kad laikas, kurį sugaišta automobilis būdamas η , yra pasiskirstęs pagal eksponentinį dėsnį, tai yra $F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$. Ši prielaida praktiškai neturi įtakos atsitiktinio dydžio \bar{t} reikšmei, kadangi yra daugiau kaip 5 reikalavimai ($N > 5$), ir tai patvirtina ribinės tikimybių teorijos teoremos.

m_v – vidutinis skaičių reikalavimų, esančių sistemoje, t. y. vidutinis skaičius automobilių, kurie arba yra pakraunami, arba laukia eilėje.

Tuo atveju, kai yra naudojamas vienas krovos įrenginys:

$$m_v = N - \frac{1}{\lambda F_n} (1 - e) , \quad (4)$$

čia

$$\hat{e} = \left[1 - N \lambda \bar{t}_n \sum_{e=0}^{N-1} \frac{(N-1)!}{9n-1-e)! e!} \frac{1}{F(e)} \right]^{-1} \quad (5)$$

ir funkcija $F(e)$ nustatyta, kai $e=0, 1, 2, \dots$,

$$F(e) = \begin{cases} \prod_{i=1}^e \frac{\tilde{S}(i\lambda)}{1 - \tilde{S}(i\lambda)} , & \text{kai } e = 1, 2, \dots, \\ 1 & \text{kai } e = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Automobilių skaičius N , t. y. automobiliai, kurie yra kraunami arba laukia eilėje, bus:

$$N = m_v .$$

Vidutinis srauto λ_v intensyvumas:

$$\lambda_v = \lambda(N - m_v) . \quad (7)$$

Vidutinis laukimo laikas $\bar{t}_v = \bar{t}_l + \bar{t}_n$ yra santykis:

$$\bar{t}_v = m_v / \lambda_v . \quad (8)$$

Iš formulių (7) ir (8), įvertinę tai, kad $\lambda = 1 / \bar{t}_e$, turime:

$$t_v = \frac{m_v}{\lambda_v} = N - \frac{1}{\lambda \bar{t}_n} (1 - \hat{e}) / \lambda \frac{1}{\lambda \bar{t}_n} (1 - \hat{e}) \Rightarrow \frac{N \bar{t}_n}{1 - \hat{e}} - \bar{t}_e \quad (9)$$

ir galiausiai gausime:

$$\bar{t} = \bar{t}_l + \bar{t}_n + \bar{t}_e = \bar{t}_v + \bar{t}_e = N \bar{t}_n / \left(1 - \hat{e} \right) , \quad (10)$$

čia reikšmė \hat{e} nustatoma pagal (5) ir (6).

Tuo atveju, kai yra keletas krovos įrenginių, charakteristikų skaičiavimo metodika taikoma tada, kai aptarnavimo laikas pasiskirstęs pagal eksponentinį dėsnį. Laikysime, kad šiuo atveju $S(x) \Rightarrow 1 - e^{-\lambda x}$ (jeigu pasiskirstymo funkcija $S(x)$ iš esmės skiriasi nuo eksponentinio dėsnio, tai \bar{t} gali būti nustatytas tik imitacinio modeliavimo metodais.

Pažymėsime, kad $\rho = \lambda t_n$. Tada:

$$m_v = \sum_{k=n+1}^N \frac{N!}{(N-k)! n!} \frac{\rho^k}{n^{k-n}} p_0 + \sum_{k=1}^n \frac{k^{N!}}{(N-k)! k!} \rho^k p_0 , \quad (11)$$

čia p_0 – tikimybė, kad sistema tuščia.

Iš to išeina, kad vidutinis įeinančio srauto intensyvumas lygus $\lambda(N - M_v)$. Dydis \bar{t} gali būti rastas pagal (8):

$$\bar{t} = \bar{t}_l + \bar{t}_n = m_v / \lambda(N - m_v) = t_l m_v / N - m_v , \quad (12)$$

$$\bar{t} = \bar{t}_e + \bar{t}_l + \bar{t}_n = \bar{t}_e + \bar{t}_e m_v / N - m_v = \bar{t}_e (1 + m_v / N + m_v) , \quad (13)$$

čia m_v nustatoma pagal (11).

Išanalizuosime variantą, kai iš uosto vežama ne vienam vartotojui, o keliems ir kiekvieno iš jų keleivių dalis yra nedidelė.

Panagrinėsime krovos įrenginius ir eilę prie jų. Įeinančio srauto intensyvumas yra λ . Jeigu $\beta(x)$ laiko pasiskirstymo funkcija tarp automobilių, tai

$$\lambda = 1 / \int_0^{\infty} x d\beta(x) .$$

Intervalų ilgio tarp paraiškų pasirodymo vidutinį

kvadratinį nuokrypį pažymėsime σ_λ :

$$\sigma_\lambda = \left[\int_0^\infty (x - 1/\lambda)^2 \beta(x) dx \right]^{1/2}.$$

Aptarnavimo laiko vidutinį kvadratinį nuokrypį pažymėsime σ_μ :

$$\sigma_\mu = \left[\int_0^\infty (x - \bar{t}_n)^2 H F(x) dx \right]^{1/2}.$$

V_λ – intervalų tarp paraiškų variacijos koeficientas ir V_μ – aptarnavimo laiko variacijos koeficientas:

$$V_\lambda = \lambda \sigma_\lambda, \quad V_\mu = \sigma_\mu / \bar{t}_n.$$

Kadangi kiekvieno vartotojo dalis yra nedidelė, laikysime, kad automobilių, vežančių krovinius, keitimas analizuojamam vartotojui praktiškai neturi įtakos λ . Jei-gu taip nėra, tuomet galima laikyti, kad $\lambda = \lambda(N)$ pri-klauso nuo N , tačiau šios priklausomybės rūšis gali būti nustatyta tik ekspertų vertinimais.

Pažymėsime $\rho = \lambda / M$ ir nagrinėsime atvejį, kai yra vienas krovos įrenginys, tada \bar{t} nustatysime pagal formulę:

$$\bar{t} \left\{ \rho^2 (V_\lambda^2 + V_\mu^2 / \lambda^2) + \lambda(1 - \rho) \right\} + \bar{t}_n = \left\{ \lambda^2 + t_n^2 (\sigma_\lambda^2 \lambda^2 + \sigma_\mu^2 / t_n^2) + \lambda(1 - \lambda \bar{t}_n) \right\} + \bar{t}_n. \quad (14)$$

Yra keletas reikalavimų srautų ir visi jie nėra dideli, todėl galima laikyti, kad įeinantis srautas – Puasono. Puasono įeinančiam srautui $V_\lambda = \sigma_\lambda = 1$ ir (14) formulė yra tiksli.

Reikšmė \bar{t} gali būti nustatyta pagal formulę:

$$\bar{t} = \bar{t}_e + \bar{t},$$

čia \bar{t} nustatomas pagal (14) formulę.

Tuo atveju, kai yra n krovos įrenginių ir $n > 1$, transporto rūšių sąveiką terminale pateiksime kaip masinio aptarnavimo sistemą su įeinančiu Puasono srautu. Reikalavimų vidurkis sistemoje apskaičiuojamas:

$$t_l = \frac{1 - \sigma_\mu^2 / t_n^2}{z} \frac{t_n (\lambda t_n^2) p_0}{(n - \lambda t_n^2) n (1 - \rho)}, \quad (15)$$

p_0 – tikimybė, kad atviroje z – kanale sistemoje su Puasono įeinančiu srautu, kurio intensyvumas λ , ir su eksponentinėmis aptarnavimo laikų pasiskirstymo funkcijomis su \bar{t}_n vidurkiu reikalavimų nėra:

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{(\lambda \bar{t}_n^k)}{k} + \frac{(\lambda \bar{t}_n^{n+1})}{n! (n - \lambda \bar{t}_n)} \right]^{-1}.$$

Vidutinė reiso trukmė gali būti nustatyta pagal formulę:

$$\bar{t} = \bar{t}_e + \bar{t}_l + t_n, \quad (16)$$

čia \bar{t}_l nustatoma pagal formules (15), (16).

4. Išvada

Sukurtas modelis leidžia įvertinti, kaip efektyviai panaudojamos kelių transporto priemonės, atvežančios krovinius į jūrų uostą ir išvežančios iš jo.

Įteikta 2000 01 17

MODEL OF THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE INTERACTION OF ROAD TRANSPORT WITH A PORT

A. Baublys

Summary

The carriage by the road transport depends on many random factors such as: 1) idle-time waiting for loading in a port (the idle time depends on general queue of means of transport); 2) idle times at unloading for a customer; 3) time of delivery from the point of loading to the point of unloading; and 4) time of empty means of transport. The last two factors are especially random as they depend on road conditions, weather etc. Besides the time is spent for the following non-productive reasons: 5) idle time waiting for the queue of loading; 6) idle time waiting for the queue of unloading.

The generated model described in the article allows to evaluate if the road transport maintaining seaport is effectively used at exportation – shuttle service of freights.

ADOLFAS BAUBLYS

Doctor Habil, Professor (1980) of Department of Transport Management, Director of Transport Science Institute (1998). Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Plytinės g. 27, LT-2040 Vilnius, Lithuania, Fax: 370-31-56-13. E-mail: abaublys@takas.lt

Doctor Habil of Technical sciences, Vilnius Civil Engineering Institute (VISI, now VGTU), 1978. Doctor of Technical sciences, VISI, 1969. First degree in Mechanical Engineering, Kaunas Polytechnic Institute (KPI, Vilnius Branch, later VISI), 1967. Membership: member and expert of Lithuanian Academy of Sciences. Publications (textbooks/manuals): "Transport policy" (1996); "Passenger and goods haulage by road transport" (1994, 1995); "Goods haulage by railways, sea and air transport" (1995); "Transport systems" (1995, 1996), "International Transportation by Road Transport" (1996), "Introduction to Transport system Theory" (1997), "Cargo Transportation" (1998). Research interests: transport policy.

He is the author of 179 scientific articles.

Chief and scientific editor of "Transport", the prestige journal of Lithuania.