

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1986.3.04>

Ilmar LEPIK

JAOTATUD VIITAEG JA KAPITAALMAHUTUSTE EFEKTIIVSUS

Artiklis vaadeldakse jaotatud viitaja mudeleid üldises plaanis, laskumata detailidesse konkreetsete algoritmide käsitlemise näol. Analüüsitakse jaotatud ehitusviitaja parameetrite kasutusvõimalusi kapitaal-mahutuste üldefektiivsuse leidmisel. Määratakse kindlaks tegelik efektiivsuse tase Eesti NSV tööstuses, arvestades viitaega.

Ehitusviitaeg moodustab ühe osa investitsiooniviitajast. Viimase all mõistetakse ajalist nihet kulutuste ning efekti vahel, kus kulutustena vaadeldakse mingisse rahvamajandus- või tööstusharusse suunatavaid kapitaal-mahutusi ning efektina kasumi või puhastoodangu juurdekasvu. Investitsiooniviitaja struktuur vastab investitsiooniprotsessi staadiumidele. Viimases küsimuses on erinevaid seisukohti. Käesolevas on võetud aluseks jaotus projekteerimis-, ehitus- ning evitusperioodiks [näit. 1, lk. 20]. Vastavalt on tegu ka projekteerimis-, ehitus- ning evitusviitajaga, milledest olulisemad on ehitus- ning evitusviitaeg.

Jaotatud viitaja parameetrid

Jaotatud viitaeg esineb protsessides, kus ühe muutuja mõju teisele ei avaldu mitte hetkeliselt, vaid teatava intervalli vältel osade kaupa. Seega peegeldab jaotatud viitaeg ühe muutuja ajaliselt jaotatud mõju teisele.

Jaotatud viitaja parameetrite hindamise meetodeid on väga mitmeid. Sageli sõltub uuritava majandusliku (või ka mittemajandusliku) objekti omapärasest, milline meetod on vastaval juhul sobivaim. Süstemaatilise käsitluse jaotatud viitaja hindamise meetoditest on esitanud P. J. Dhrymes, B. Sedelev, Z. Griliches, P. K. Trivedi, A. Korhin jt. [2–6]. Muudest võimalustest võib huvitavaimatena märkida näiteks töid [7, 8].

Üldjoontes saab jaotatud viitaja mudeleid liigitada rühmadesse, millest annab ülevaate joonis 1.

Järgnevas vaadeldakse joonisel 1 toodud liigituse kõige arvukama klassi esindajaid, nimelt diskreetseid regressioonmudeleid.* Selliste mudelite üldkuju on järgmine:

$$y_t = \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} x_{t-\tau} + \varepsilon_t; \quad t=1, \dots, T \quad (1)$$

või ka

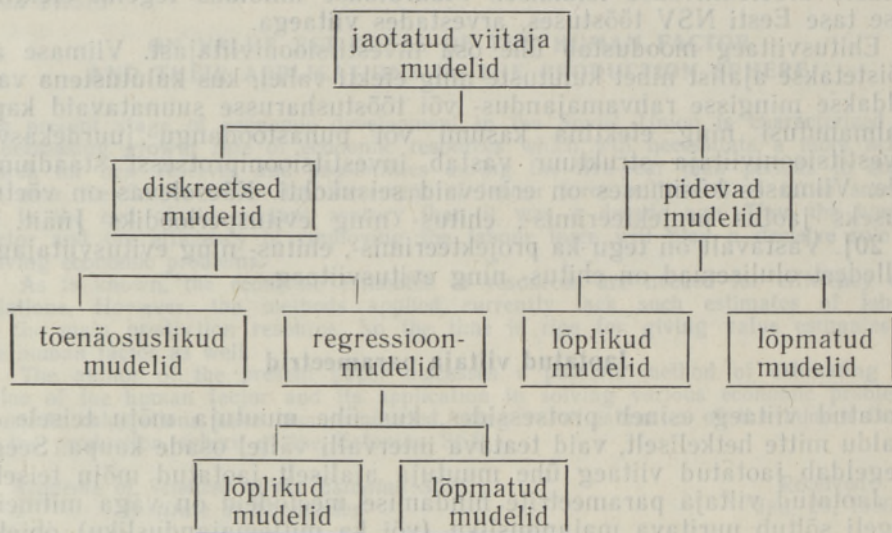
$$x_t = \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} y_{t+\tau} + \varepsilon_t; \quad t=1, \dots, T. \quad (2)$$

* Regressioonimudel tähendab, et mudeli lahendamine taandub regressioonvõrrandi lahendamisele.

Võrrandis (1)

- y_t — põhifondide käikuandmine aastal t rahalises väljenduses;
 $x_{t-\tau}$ — kapitaalmahutused aastatel $t-\tau$, mis lähevad käiku aastal t ;
 n — viitaja maksimaalväärtus ehk suurim võimalik hiline mine (siin kaugeim aasta, mille kapitaalmahutustest osa läheb aastal t põhifondidesse üle);
 ε_t — regressioonvõrrandi juhuslik liige, eeldatavasti kesk väärtusega null ning konstantse dispersiooniga;
 ω_τ — jaotatud viitaja struktuurikoefitsiendid (siin näitavad, milliste osadena aastate $t-\tau$ kapitaalmahutused lähevad käiku aastal t).

Mudeli (2) korral on koefitsientidel ω_τ erinev tähendus, nimelt näitavad nad, milliste osadena lähevad aasta t kapitaalmahutused aastail $t+\tau$ käikuantavate põhifondide koosseisu. Lisaks eeldatakse $\omega_\tau \geq 0$, $\sum_{\tau=0}^n \omega_\tau = 1$.



Joon. 1.

Koefitsiente ω_τ on võimalik interpreteerida ka kui tõenäosusi, et juhuslik suurus τ omandab väärtusi $\tau=0, 1, \dots, n$. Siin τ tähendab viitaegu ehk intervale tehtud kulutuste ning põhifondide käikuandmise vahel [3, lk. 18]. Seega koefitsient ω_τ ($\tau=0, 1, \dots, n$) näitab tõenäosust, et aasta $t-\tau$ kapitaalmahutused lähevad käiku aastal t . Sellisele tõlgendusele baseeruvad tõenäosuslikud mudelid [5].

Regressioonmudelid jaotuvad lõplikeks ning lõpmatuteks (ka lõpliku või lõpmatu mäluga) mudeliteks vastavalt sellele, kas jaotatud viitaja maksimaalsuurust n vaadeldakse tõkestatud või tõkestamata suurusena. Lõpmatut jaotatud viitaja mudelit iseloomustab situatsioon, kus teataval konkreetsetel aastal tehtud kapitaalmahutused viibivad lõpetamata ehituses praktiliselt lõpmatu aja kestel.** Sellistel puhkudel läbib esi-

** Vastaval juhul eeldatakse, et on tegemist nn. stabiilse süsteemiga, kui $\sum_{\tau=0}^{\infty} \omega_\tau < \infty$.

mestel aastatel lõpetamata ehituse staadiumi kapitaalvahutuste põhimass (näit. 95%) ja järgneva lõpematult pika perioodi vältel ülejäänud osa.

Tõenäosuslike mudelite puhul asendub küsimus maksimaalsest viitaja küsimusega viitaegade kui tõenäosuste põhimassi jagunemisest.

Sellisel juhul $0 \leq \omega_\tau \leq 1$ ja $\lim_{m \rightarrow \infty} \sum_{\tau=0}^m \omega_\tau = 1^{***}$ ning viitaja mõju loetakse

lõppenuks, kui $\sum_{\tau=0}^m \omega_\tau \geq \alpha$, kus α on etteantav olulisuse määr (näit.

$\alpha = 0,95$). Mainitud juhul on võimalik hinnata maksimaalset viitaega järgmiselt:

$$\min_{m \in Z} \sum_{\tau=0}^m \omega_\tau \geq \alpha,$$

kus Z on täisarvude hulk.

Jaotatud viitaja struktuuri $\{\omega_\tau | \tau = 0, 1, \dots, n\}$ püsivust eeldatakse enamiku algoritmide puhul. Viimane tähendab, et koefitsiendid ω_τ ei sõltu ajast t , vaid alluvad üksnes teatavale sisemisele jaotusseadusele. Näiteks töös [7] on toodud välja järgmine struktuuri $\{\omega_\tau | \tau = 0, 1, \dots, n\}$ omadus:

$$\omega_\tau^{(t_0, t_1)} \cong \omega_\tau^t, \quad t_0 \leq t \leq t_1$$

ehk stabiilsus väikeses intervallis. Üldjuhul võib lugeda sellist eeldust reaalseks, kuivõrd rahvamajandus- või tööstusharu tasemel ei ole järsud muutused kapitaalvahutuste tegemises või fondide käikuandmises tõenäolised. Struktuuri $\{\omega_\tau | \tau = 0, 1, \dots, n\}$ püsivuse kohta esineb ka vastuväiteid. Nii ei arvesta struktuuri püsivuse eeldus ei nende tööstusharude arengutemposid, kuhu suunatakse kapitaalvahutused, ega ka fonde loovate harude ressursside ning toodangu jaotamise dünaamikat [9, lk. 116]. Viimasel märkusel on sisuline tähtsus juhul, kui vaadeldav kogum (tootmisharu) koosneb vähestest objektidest ning vaatlusperiood on suhteliselt pikk.

Oluline jaotatud viitaja parameeter on veel jaotatud viitaja keskväärts

$$E(\tau) = \sum_{\tau=0}^n \omega_\tau \cdot \tau,$$

mis peegeldab kapitaalvahutuste külmutatud olekus viibimise keskmist aega (ehk rahaliste vahendite ringluskiirust).

Diskreetse jaotatud viitaja mudelite lahendamise tulemuseks on seega: viitaja maksimaalväärts, struktuur ning keskväärts. Need parameetrid on viitaja arvessevõtmise aluseks kapitaalvahutuste efektiivsuse leidmisel.

Kapitaalvahutuste viitaja arvestamine üldefektiivsuse leidmisel

Käesolevas artiklis peatutakse detailselt ehitusviitaja leidmisel ning kasutamisel. Terminiga *detailselt* tuleb mõista ehitusviitaja käsitlemist jaotatud ehitusviitajana, pidades jaotatud viitaega ülejäänud viitaja käsitlemise kõrval ammendavamaks ning korrektseimaks.

Lähtudes diskreetsest ning (lihtsuse mõttes) lõplikust regressioonmudelist püütakse siduda jaotatud ehitusviitaja parameetrid üldefektiivsuskoefitsiendiga. Kasutades andmetena aegridu kapitaalvahutuste tegemise ning põhifondide käikulaskmise kohta, leitakse jaotatud ehitusviit-

*** Siin kehtib $\sum_{\tau=0}^m \omega_\tau < 1$, kui $m < \infty$.

aja parameetrid (1)-tüüpi mudeli baasil. Seejuures eeldatakse ehitusviitaja struktuuri $\{\omega_\tau | \tau=0, 1, \dots, n\}$ konstantsust vaadeldaval perioodil.

Ajateguri mõju arvestamine kapitaalvahetuste üldefektiivsusele tähendab üldjuhul kulude ja tulude diskonteerimist kindlale aastale. Käesolevas on eeldatud, et ei vaadelda integraalset efekti tehtud kapitaalvahetustest, vaid ühe tingliku aasta efekti perioodist $t=1, \dots, T$ (seejuures efekti juurdekasvu vaadeldakse kui konstantset suurust). Sellise eelduse põhjuseks on asjaolu, et vastasel korral tuleks kokku puutuda põhifondide käigus viibimise aja ning väljalangemisega. See aga väljaks paeguse artikli piiridest. Analoogiliselt vaadeldakse kapitaalvahetusi ühe tingliku aasta kapitaalvahetustena (perioodi keskmine). Seega ei ole käesolevas tegemist ei kulude ega tulude diskonteerimisega klassikalises mõttes, vaid siin arvestatakse kapitaalvahetuste külmutatud olekus viibimisest põhjustatud kahju.

Üldefektiivsuse leidmisel on lähtutud majandusliku efektiivsuse metoodikate [10, 11] seisukohtadest. Viimaste põhjal iseloomustab kapitaalvahetuste efektiivsuse taset tööstuses puhastoodangu või kasumi suhe seda juurdekasvu põhjustanud kapitaalvahetustesse. Ülalmainitud keskmiste näitajate kasutamise vajalikkust toetab veelgi argument, et ehitusviitaja struktuurikoefitsiendid on määratud kogu analüüsitava perioodi kui terviku kohta. Seega pole põhjendatud struktuurikoefitsientide sidumine mingi konkreetse aasta kapitaalvahetuste või efektiga.

Kuigi kapitaalvahetuste muutumine põhifondideks on pidev protsess, on analüüsi huvides vajalik selgitada ühe suvalise aasta kapitaalvahetuste üleminekut põhifondideks ehitusviitajaga hõlmatud tsükli vältel. Kuivõrd on tegemist suvalise aastaga, on vaatlusaluses perioodis selliseid tsikleid niisama palju kui perioodis aastaid. Kõnealune tsükkel moodustab $n+1$ aastat, kus n on maksimaalne viitaeg. Üks aasta lisandub kapitaalvahetuste tegemise aasta arvel (viitaja null-aasta). Kuidas tehakse ning evitatakse kapitaalvahetusi ühe aasta piires, ei ole võimalik praegusel juhul kindlaks teha, kuna kapitaalehituse andmed kapitaalvahetuste ja fondide kohta on esitatud aasta lõpu seisuga. Vastavad kvartaliantmed puuduvad.

Ehitusviitaja arvestamine kapitaalvahetuste üldefektiivsuse leidmisel tähendab käesolevas kapitaalvahetuste diskonteerimist fondide käikuandmise aastatele, sest aastal t tehtud kapitaalvahetused lähevad üle põhifondideks samal, järgneval jne. aastal kuni aastani $t+n$. Teisest küljest võib jõuda sama tulemuseni efekti diskonteerimisel kapitaalvahetuste tegemise aastatele, sest aastal t käikuantavatel põhifondidelt saadav efekt on põhjustatud sama, eelneva jne. aasta kapitaalvahetustest kuni aastani $t-n$.

Eelnev formaliseeritud kujul

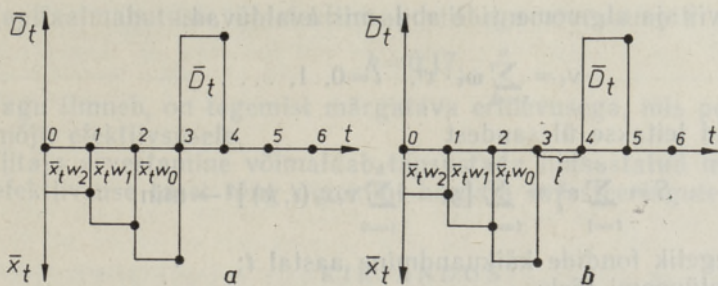
($\Delta \bar{D}_t$ — keskmine kasumi juurdekasv;
 \bar{x}_t — kapitaalvahetuste aastakeskmine)

$$\text{kas} \quad \Delta \bar{D}_t = \Delta \bar{D}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_\tau (1+E)^{-\tau} \quad (3)$$

või $\tilde{x}_t = \bar{x}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_\tau (1+E)^\tau$ sõltuvalt sellest, kas diskonteeritakse efekti kapitaalvahetuste tegemise aastatele või kapitaalvahetusi efekti saamise aastatele. Kuivõrd saadav efekt on mõõdetav alles järgmise aasta lõpul, kui fondid on aasta käigus olnud, siis tekib aastane vahe fondide käikuandmise ning efekti saamise vahel (joon. 2a). Seega omandab (3) kuju (4):

$$\Delta \bar{D}_t = \Delta \bar{D}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_\tau (1+E)^{-(\tau+1)}$$

$$\text{või} \quad \tilde{x}_t = \bar{x}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_\tau (1+E)^{\tau+1}. \quad (4)$$



Joon. 2.

Evitusviitaja lisamisel nihkub efekti saamine veel l aasta võrra edasi, kus l on evitusviitaja pikkus aastates (joon. 2b). Viimase põhjal saadakse (4)-st

$$\Delta \bar{D}_t = \Delta \bar{D}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} (1+E)^{-(\tau+l+1)} \quad (5)$$

või

$$\tilde{x}_t = \bar{x}_t \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} (1+E)^{\tau+l+1}.$$

Niisiis kujuneb kapitaalvahutuste üldefektiivsuskoefitsient järgmiselt:

$$k = \frac{\Delta \bar{D}_t}{\bar{x}_t} = \frac{\Delta \bar{D}_t}{\tilde{x}_t} = \frac{\Delta \bar{D}_t}{\bar{x}_t} \cdot \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} (1+E)^{-(\tau+l+1)}.$$

Praktiliselt samale tulemusele võib jõuda, kasutades diskonteerimisel viitaja keskväärtust. Viimane väide põhineb asjaolul, et

$$\sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} (1+E)^{\pm \tau} \cong (1+E)^{\pm \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} \tau}$$

n väikeste väärtuste korral. Järelikult on (5) võimalik kirjutada kujul

$$\Delta \bar{D}_t = \Delta \bar{D}_t (1+E)^{-L}$$

või

$$\tilde{x}_t = \bar{x}_t (1+E)^L,$$

kus

$$L = \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} (\tau+l+1) = \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} \cdot \tau + l + 1.$$

Kapitaalvahutuste üldefektiivsuskoefitsient võrdub

$$k = \frac{\Delta \bar{D}_t}{\bar{x}_t} (1+E)^{-L},$$

kus L on koguviitaja pikkus.

Kapitaalvahutuste efektiivsus Eesti NSV tööstuses

Eeltoodu põhjal püüti selgitada kapitaalvahutuste efektiivsuse taset Eesti NSV tööstuses (v. a. energeetika) perioodil 1968—1981. Arvutuste aluseks on võetud Eesti NSV Statistika Keskvalitsuse kapitaalehituse osakonna andmed kapitaalvahutuste tegemise ning fondide käikuandmise kohta vastaval perioodil ning andmed kasumi suurusest statistika aastaraamatutest «Eesti NSV rahvamajandus». Modelina kasutati jaotatud viitaja polünoomiaalset mudelit [3]. See tähendab, et viitaja struktuurikoefitsiendid leitakse teatava aproksimatsioonipolünoomi väärtustena: $\omega_{\tau} = a_0 + a_1 \tau + a_2 \tau^2$. Viimase polünoomi kordajad määratakse kindlaks jao-

tatud ehitusviitaja algmomentide abil, mis avalduvad:

$$v_i = \sum_{\tau=0}^n \omega_{\tau} \cdot \tau^i, \quad i=0, 1, \dots$$

Algmomendid leitakse ülesandest

$$S = \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^T [y_t - \sum_{i=0}^k v_i x_t(i, k)]^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

kus y_t — tegelik fondide käikuandmine aastal t ;
 k — polünoomi järk;

$$x_t(i, k) = \sum_{j=i}^n \frac{(-1)^j}{j!} S(j, i) \Delta^j x_t,$$

kus

$$\Delta^j x_t = \begin{cases} x_t, & j=0 \\ x_t - x_{t-1}, & j=1 \\ \Delta^{j-1} x_t - \Delta^{j-1} x_{t-1}, & j>1, \end{cases}$$

$S(j, i)$ — 1. järku Stirlingi arvud.

Arvutused näitavad, et kapitaalvahetuste tegemisest fondide käikuandmiseni on intervall 3,42 aastat (jaotatud ehitusviitaja maksimaalsuurus $n=3,42$). Leitud viitaeg ei väljendu täisaastates ning kontrolli mõttes on ümardatud nii alla- kui ülespoole. Vastavalt saadakse jaotatud ehitusviitaja struktuurikoefitsientideks

juhul $n=3$	ning	juhul $n=4$
$\omega_0=0,606$		$\omega'_0=0,586$
$\omega_1=0,254$		$\omega'_1=0,287$
$\omega_2=0,074$		$\omega'_2=0,094$
$\omega_3=0,068$		$\omega'_3=0,007$
		$\omega'_4=0,026$

Esimesel pilgul võib tunduda, et tulemused on erinevad. Sügavam analüüs näitab, et nad on praktiliselt identsed. Juhul $n=4$ evitatakse kahe aastaga 87% kapitaalvahetustest ($0,586+0,287=0,873$), juhul $n=3$ on vastav näitaja 86% ($0,606+0,254=0,86$). Erinevus kaob peaaegu täiesti keskvaartuste omavahelisel võrdlemisel:

$$\text{juhul } n=4: E'(\tau) = v'_1 = \sum_{\tau=0}^4 \omega'_{\tau} \cdot \tau = 0,603 \text{ aastat,}$$

$$\text{juhul } n=3: E(\tau) = v_1 = \sum_{\tau=0}^3 \omega_{\tau} \cdot \tau = 0,606 \text{ aastat.}$$

Niihästi koefitsiendid ω_{τ} kui ka nendel baseeruvad tulemused on usaldatavad 95% tõenäosusega. See väide toetub asjaolule, et mudeli (6) lahendamisel saadavate koefitsientide v_i kui regressioonvõrrandi lahendite usaldusväärsus on antud juhul 95%.

Eespool mainitud andmete põhjal moodustab kasumi juurdekasv Eesti NSV tööstuses aastail 1968—1981 keskmiselt 18 815,4 tuh. rbl. ning kapitaalvahetuste aasta keskmine 111 010,4 tuh. rbl. Koguviitaeg $L = 0,6+1+l = 1,6+l$. Eviitusaeg on võetud võrdseks ühe aastaga.

Seega $L=2,6$ aastat. Efektiivsuskoefitsient leitakse järgmiselt:

$$k = \frac{\Delta \bar{D}_t}{\bar{x}_t} \cdot (1+E)^{-L} = 0,132 \approx 0,13 \quad (E=0,1).$$

Kapitaalmahutuste üldefektiivsus viitaega arvestamata võrdub

$$k=0,17.$$

Nagu ilmneb, on tegemist märgatava erinevusega, mis peegeldab viitaja mõju efektiivsusele.

Viitaja arvestamine võimaldab täpsustada lihtsustatud meetodil leitatvat efektiivsuse taset ning õigemini hinnata investeeringute tulukust.

KIRJANDUS

1. Иванов И. С. Расчеты эффективности капитальных вложений. М., 1979.
2. Драймз Ф. Распределенные лаги (проблемы выбора и оценки модели). М., 1982.
3. Седелев Б. В. Оценка распределенных лагов в экономических процессах. М., 1977.
4. Griliches, Z. Distributed lags: a survey. — *Econometrica*, 1967, 35, N 1.
5. Trivedi, P. K. Distributed lags; aggregation and compounding: some econometric implications. — *Review of Economic Studies*, 1985, LII, 19—35.
6. Корхин А. С. Моделирование экономических систем с распределенным лагом. М., 1981.
7. Заудис И. В. Экономико-математические методы определения параметров строительного лага. Автореф. канд. дис. М., 1979.
8. Сепп У. Оценка параметров распределенного лага капитальных вложений. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1984, № 1, 8—18.
9. Рутковская Е. А. Проблемы и методы оценки распределенного лага в капитальном строительстве. — В кн.: Моделирование инвестиционных процессов. М., 1979, 83—117.
10. Временная типовая методика определения экономической эффективности. М., 1979.
11. Комплексная методика оценки экономической эффективности хозяйственных мероприятий. М., 1982.

Esitanud K. Habicht

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud
22. XI 1985

Ильмар ЛЕПИК

РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ЛАГ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИИ

В статье рассматриваются общие параметры дискретных моделей распределенного лага капиталовложений (структура лага, математическое ожидание) с точки зрения возможности их использования в расчетах эффективности капиталовложений. Предлагаемый автором алгоритм определения фактической эффективности учитывает распределенный строительный лаг. В результате определена эффективность капиталовложений в промышленности ЭССР за период 1968—1980 гг. с учетом распределенного лага.

Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
22/XI 1985

Ilmar LEPIK

DISTRIBUTED LAG AND EFFICIENCY OF CAPITAL INVESTMENTS

The author deals with the common parameters (distribution indices, mean lag) of the models of discrete distributed lags with the aim of using them in efficiency calculations. An algorithm of figuring out the factual efficiency of capital investments by calculating the distributed building lag is also produced. The factual efficiency of the capital investments in Soviet Estonian industry 1968—1980 has been calculated by using distributed lags.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics

Received
Nov. 22, 1985