

R. MAIDLA

## SÜSTEEMIVÄLISTE TÖÖVILJAKUST MÕJUSTAVATE TEGURITE ARVUTAMINE EHTUSES

Tööviljakuse tõstmine kõigis rahvamajandusharudes kujutab endast käesoleval ajal esmajärgulise tähtsusega ülesannet, sest vaba tööjõud on praktiliselt ammendatud. NLKP 25. kongressil kinnitatud NSV Liidu rahvamajanduse arendamise põhisuundades aastaiks 1976—1980 nähakse ette tõsta ehituse tööviljakust 29—32%. Kuigi Eesti NSV-s on see protsent väiksem — 20—22, jäävad tööviljakusega seotud probleemid meilgi aktuaalseks, sest 9. viisaastakuks kavandatud tõusu ei saavutatud.

Ehituse tööviljakuse uurimisel on põhiprobleemiks tööviljakuse dünaamikat mõjustavate tegurite ja nende mõjuulatuse kindlaksmääramine. Seejuures ei piisa nimetatud tegurite kvalitatiivsest kirjeldusest, vaja on ka kvantitatiivset analüüsi.

Järgnevalt ongi püütud käsitleda mõningaid tööviljakust mõjustavate tegurite kvantitatiivse analüüsi aspekte.

### Tööviljakust mõjustavad tegurid

Ehituses mõõdetakse tööviljakust tavaliselt tööde rahalise mahuga ühe ehitus-montaažitöölise ja abitootmises töötava tööliste kohta aastas. Käesolevas artiklis on aga tööviljakuse hindamise aluseks võetud ühe ehitus-montaažitöölise (nn. platsitöölise) aastatoodang. Sellise näitaja kasutamist tingib uurimisobjekt — ehitusväliste tegurite mõju ehituse tööviljakusele. Ehituse kui tootmissüsteemi all on siinjuures mõeldud vabariigi kõigi ehitusorganisatsioonide kogumit. Tema toodangu moodustab nende ehitusorganisatsioonide omajõududega tehtud ehitus-montaažitööde (edaspidi EMT) maht. Ehitustööliste koguarvuks selles süsteemis on üksikute ehitusorganisatsioonide vastavate tööliste summa.

Tavaliselt rühmitatakse (vt. näiteks [1, lk. 11—12]) ehituses tööviljakust mõjustavad tegurid kolme rühma:

- 1) monteeritavuse ja efektiivsete materjalide kasutamise aste;
- 2) mehhaniseerimise ja automatiseerimise tase;
- 3) töö ja tootmise organiseerimise tase.

Need rühmad ei ole siiski kaugeltki ammendavad. Teatud tinglikkusega (arvestades seda, et uuritakse keskmist tööviljakust Eesti NSV ehituses) võib nimetatud kolme rühma tegureid kvalifitseerida ehituse süsteemisesteks mõjuteguriteks. Tegelikult koosneb vabariigi ehitus kui tootmissüsteem omakorda süsteemide hierarhiast ja igaühel neist on omad tööviljakust mõjustavad tegurid. Näiteks ehitusorganisatsiooni (trusti, ehitusvalitsuse) seisukohast ei saa esimest ja teist tegurite rühma terves ulatuses süsteemisesteks pidada, sest ehitusorganisatsioon ei



määra ise ehituspoliitikat (s. o. milliste projektide järgi, mis materjalidest ja kus ehitada), samuti sõltub tööviljakus ehitusorganisatsioonis sellest, kuidas teda varustatakse seadmetega.

Peale eespool mainitud mõjustavad vabariigi tasandil ehituse tööviljakust veel mitmed tegurid, mille arvvaartused ei sõltu otseselt ehituse kui majandusharu juhtimistasandil määratavatest karakteristikutest, vaid mida reguleeritakse kõrgemal, rahvamajanduse juhtimistasandil. Sellised tegurid on näiteks nii toodangu kui ka kasutatavate materjalide hindade muutumine, toodangu struktuuri nihked, tarnelepingute mittetäitmine (materjalide, transpordivahendite jms. osas), võimalikud planeerimisvead (ülepingutatud või tasakaalustamata plaanid, plaanide sagedane korrigeerimine jne.). Edaspidi on selliseid tegureid nimetatud süsteemiväliseks mõjuteguriteks. Niisiis on tööviljakuse muutumine ehituses tingitud kaht laadi mõjutegurite — süsteemivälise ja -sisese — toimest.

Ehitusorganisatsioonide tööviljakuse analüüsimisel tuleb kõigepealt kindlaks määrata süsteemivälise tegurite mõju ulatus. Sellega välditakse ebaõigeid hinnanguid, sest välise tegurite osa on üldises tööviljakuse dünaamikas sageli määrav. Eriti kehtib see struktuurinihete kohta. Et tarnelepingute mittetäitmisest ja planeerimisvigadest tulenev tööviljakuse muutumine pole veel piisavalt selge, siis ei ole käesolevas artiklis neid tegureid vaadeldud.

Esimeses järjekorras tuleb analüüsida ehituse toodangu hindade muutumise mõju, et saada võrreldavaid dünaamilisi ridu.

### Hindade muutumine

Objekti EMT-de eelarveline maksumus on kõigi selle objektiga seotud normatiivsete kulutuste (otse- ja lisakulud) ja plaanilise kasumi summa. Eelarvelise maksumuse koostamisel kasutatakse vastavaid teatmikke, kus ehituse üksushindade antakse konstruktsioonelementide naturaalühikute (vundamentide  $m^3$ , põrandate-lagede  $m^2$  jne.) kohta.

Et nii konstruktsioonelementide enda maksumus kui ka üksushinnete muud koostisosad (masinate-seadmete ekspluateerimise kulud, töötasu jt.) aja jooksul muutuvad, tuleb aeg-ajalt korrigeerida ka vastavaid üksushindeid. Säärased hinnamuutused teevad erinevate perioodide tööviljakuse näitajad omavahel võrreldamatuks ja tööviljakuse dünaamika analüüsimisel ning planeerimisel tuleb hindade muutumise mõju elimineerida. Põhimõtteliselt pole see keerukas — vaja on ainult varasemate perioodide tööde või materjalide maksumused korrutada koefitsiendiga, mille kordselt nad muutusid. Kui hindu muudeti mitu korda, siis tuleb iga perioodi kohta kasutada sellele vastavaid koefitsiente.

Eeldades, et eelarvetes kajastuvate materjalide ja tööde maksumust ei muudeta rohkem kui üks kord aastas, võib anda põhimõttelise valemi eri aastate EMT-de mahtude teisendamiseks võrreldavasse hindadesse:

$$E'_z = E_z \cdot \left( \sum_{j=1}^M P_{zj} \cdot \prod_{i=z+1}^N K_{ij} \right), \quad (1)$$

kus  $E'_z$  — EMT-de eelarveline maksumus  $z$ -ndal aastal võrreldavais hindades, s. o. vaatlusaluse perioodi viimase ( $N$ -nda) aasta hindades;

$E_z$  — EMT-de eelarveline maksumus  $z$ -ndal aastal (sama aasta hindades);



$P_{zj}$  —  $j$ -ndat liiki ( $j=1, 2, \dots, M$ ) materjali või töö maksumuse osatähtsus EMT-de eelarvelises maksumuses  $z$ -ndal aastal, kusjuures

$$\sum_j P_{zj} = 1; \quad (2)$$

$K_{ij}$  — koefitsient, mis näitab, kui palju muutus  $j$ -ndat liiki materjali või töö maksumus  $z+1$  aastal, võrreldes  $z$ -nda aastaga ( $K_{ij}=1$ , kui muutusi ei toimunud).

Tööde struktuurist tingituna on eri ehitusorganisatsioonidel (ükskõik millisel agregeerituse astmel) koefitsiendid  $P_{zj}$  erinevad nii  $j$ -ide kui ka  $z$ -ide osas, mistõttu ka summad  $\sum_{j=1}^M P_{zj} \cdot \prod_{i=z+1}^N K_{ij}$  ei ole võrdsed. Seepärast pole teoreetiliselt õigustatud kasutada valemis (1) toodud summa asemel mingit ühtset taandamiskoefitsienti ( $\alpha$ ) kõigi ehitusorganisatsioonide kohta. Praktilistes arvutustes osutub aga koefitsientide leidmine üksikute objektide kaupa äärmiselt töömahukaks ja seetõttu kasutab riiklik statistika EMT-de mahtude võrreldavaks tegemiseks koefitsiente, mis on välja töötatud ehitusharuti.

Valemi (1) järgi saame meie vabariigi EMT-de mahtude dünaamilise rea võrreldavais hindades. Enne järgmise etapi — struktuurinihete mõju määramise — juurde asumist arvutame ka vabariigi ühe ehitustöölise keskmise tööviljakuse dünaamilise rea. Selle rea liikmeiks oleval iga-aastased keskmised tööviljakused ( $V'_z$ ) leiame valemiga

$$V'_z = \frac{E'_z}{T_z}, \quad (3)$$

kus  $E'_z$  — vabariigi ehitusorganisatsioonide poolt omajõududega tehtud EMT-de maht  $z$ -ndal aastal võrreldavais hindades (s. o. vaatlusaluse perioodi viimase aasta hindades):  $z=1, 2, \dots, N-1$ ;

$T_z$  — ehitustöölise arv vabariigi ehitusorganisatsioonides  $z$ -ndal aastal.

### Struktuurinihked

Struktuurinihete olemus seisneb mingi nähtuse kui terviku osade omavaheliste suhete muutumises, mistõttu muutuvad ka terviku omadused. Igas ehitustöö liigis on tööviljakus erinev. See johtub asjaolust, et igal tööliigil on spetsiifilised tööobjektid ja vahendid, ainult temale omased töövõtted ja meetodid ning ka töö saadused. Teiste sõnadega: tööd erinevad oma materjalimahukuselt, mehhaniseerimise ja automatiseerimise tasemelt ning produkti maksumuselt. Järelkiult, mida rohkem tehakse aastas tööliike, kus tööviljakus on kõrgem, seda suuremaks kujuneb vabariigis ehitustöölise tööviljakus, ja vastupidi — mida rohkem töölisi on rakendatud madalama tööviljakusega töodel, seda madalam on keskmine tööviljakus kogu vabariigi ehituses. Vabariigi ehitustöölise keskmine tööviljakus kujuneb kõigi tööliikide kaalutud keskmisena, kusjuures kaaludeks on vastava tööliigi kogumahu tegemiseks vajalikud töökulud. Iga tööliigi keskmine viljakus\* vabariigi ulatuses saadakse

\* Lühiduse huvides on siin ja edaspidi kasutatud väljendit «tööliigi viljakus», mille all on mõeldud tööviljakust selles või teises tööliigis.



aga vastavate tööliikide viljakuste kaalutud keskmistena ministereiumides, kusjuures kaaludeks võetakse jga ministereiumi ettevõtete töökulud selle töö tegemisel. Mingi tööliigi keskmise viljakuse ministereiumis võib arvutada vaadeldava tööliigi viljakuste ja mahtude tegemiseks vajatud töökulude kaudu talle alluvates trustides.

Keskmine viljakus trustides kujuneb aga kaalutud keskmisena vastavate tööliikide viljakusest ehitusvalitsustes. Kaaludeks kasutatakse sel juhul selle tööliigi mahu tegemiseks vajalikke töökulusid ehitusvalitsustes. Seejuures ei anta iga tööliigi maht ehitusvalitsustele riikliku plaaniga mitte otse tööliikide kaupa, vaid ehitatavate objektide kaudu, mille projektides on tööde mahud tööliigiti kindlaks määratud. Tööliikide rahaliste mahtude suhe (igal tasandil) moodustab EMT-de struktuuri. Töökulude struktuur sõltub EMT-de struktuurist, kuid ei lange sellega kokku, sest töökulud küll olenevad tööliikide rahalistest mahtudest, kuid ei võrdu nendega. EMT-de maht ja selle teostamiseks vajalikud töökulud seostuvad üldjuhul päriproportsionaalselt, kuid mitte alati (seda juhul, kui mingi tööliigi, aga ka üldine tööviljakus kasvab vastavast töömahust kiiremini).

Vabariigi ühe ehitustöölise tööviljakuse (mis on eespool käsitletud keskmise viljakusega arvuliselt võrdne) saame ka üksikute ministereiumide tasemel arvutatud tööviljakuste kaudu. Sel juhul kasutame kaaludena vastavate ministereiumide organisatsioonide töökulude summasid. Seejuures on keskmine viljakus ministereiumides omakorda arvutatav neile alluvate trustide keskmiste kaalutud viljakustena (kaaludena kasutatakse siin vastavate trustide poolt tehtud EMT-de töökulusid).

Keskmine tööviljakus trustis kujutab endast aga kaalutud keskmist viljakust tema alluvuses olevates ehitusvalitsustes, kusjuures kaaludeks on vastavate ehitusvalitsuste tööde mahu tegemise töökulud.

Töökulud muutuvad igal aastal vastavalt EMT-de mahule ja struktuurile vabariigis, põhjustades niiviisi töökulude struktuuri ja keskmise viljakuse muutumise igal tasandil.

Õeldust nähtub, et riikliku plaaniga määratud struktuurinihete kui ehituse suhtes süsteemivälise teguri mõju läbib keskmise tööviljakuse kummagi arvutamismeetodi korral kõik juhtimistasandid ja lõpeb alles ehitusvalitsuses, tema töökulude struktuuris.

Struktuurinihete mõju kvantitatiivseks iseloomustamiseks tuleb kasutada selliseid indekseid, mis võimaldavad kindlaks teha nende mõju ulatust läbi mitme tasandi, nn. super- ja integraalindekseid.

Loomulikult jääb ehitustöölise keskmine tööviljakus vabariigis mõlema arvutusviisi juures võrdseks, sest struktuurinihete kogumõju algandmed ehitusvalitsuse tasandilt vabariigi tasandini on võrdsed, erinevad on ainult vahepealsed arvustulemused.

Järgnevalt esitatakse matemaatiline aparaat, mille abil saab leida struktuurinihete mõju vabariigi ehitustöölise keskmise tööviljakuse dünaamikale. Kõik töökulud antakse edaspidi inimaastates. Struktuurinihete mõju määramiseks soovitatakse [3, lk. 354—355] leida keskmisele tööviljakusele struktuurinihete indeks  $I_{\bar{V}}^{s.n.}$  järgmisel kujul:

$$I_{\bar{V}}^{s.n.} = \frac{I_{\bar{V}}^{m.s.}}{I_{\bar{V}}^{p.s.}}, \quad (4)$$

kus  $I_{\bar{V}}^{m.s.}$  — keskmise tööviljakuse muutuva struktuuri indeks;

$I_{\bar{V}}^{p.s.}$  — keskmise tööviljakuse püsiva struktuuri indeks.



Seejuures tuleks indeksid  $I_{\bar{V}}^{m.s.}$  ja  $I_{\bar{V}}^{p.s.}$  arvutada järgmiste valemite järgi:

$$I_{\bar{V}}^{m.s.} = \frac{\sum_i V_{i1} \cdot \varphi_{i1}}{\sum_i V'_{i0} \cdot \varphi_{i0}}, \quad (5)$$

$$I_{\bar{V}}^{p.s.} = \frac{\sum_i V_{i1} \cdot \varphi_{i1}}{\sum_i V'_{i0} \cdot \varphi_{i1}} \quad (6)$$

$$(i=1, 2, \dots, n),$$

kus  $V'_{i0}$ ;  $V_{i1}$  — tööviljakus  $i$ -ndas ministeeriumis vastavalt baas- ja aruandeaastal (võrreldavais hindades);

$\varphi_{i0}$ ;  $\varphi_{i1}$  —  $i$ -nda ministeeriumi tööliste (töökulude) osa vabariigi tööliste üldarvus (kõigis töökuludes) baas- ja aruandeaastal.

Valemite (5) ja (6) järgi kirjutame nüüd valemi (4) kujul:

$$I_{\bar{V}}^{s.n.} = \frac{\sum_i V'_{i0} \cdot \varphi_{i1}}{\sum_i V'_{i0} \cdot \varphi_{i0}} \quad (7)$$

$$(i=1, 2, \dots, n).$$

Valemi (4) või (7) järgi arvutatud struktuurinihete indeks  $I_{\bar{V}}^{s.n.}$  annab vastuse küsimusele, kui suurel määral oli tööviljakuse tõus (langus) vabariigis aruandeaastal baasaastaga võrreldes tingitud üksikute ministeeriumide osatähtsuse muutumisest tööliste üldarvus, s.t. nihetest EMT-de struktuuris ministeeriumide kaupa. Kui suurel määral oli aga tööviljakuse üldine tõus või langus tingitud tööviljakuse tõusust (langusest) üksikutes ministeeriumides, sellele annab vastuse püsiva struktuuri indeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.}$ .

Peame aga tõdema, et püsiva struktuuri indeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.}$  on vaba ainult ministeeriumide tasandil toimunud struktuurinihetest. Tööviljakuse taset ministeeriumides mõjustavad nende koosseisu kuuluvad trustid. Ka nendes on tööviljakuse tase erinev ja samuti on erinev vastavate ministeeriumide osa tööliste üldarvus.

Seeга kirjeldab püsiva struktuuri indeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.}$  kaht tegurit: nii seda, kuidas muutus keskmine tööviljakus vabariigis sõltuvalt viljakusest trustides, kui ka seda, millisel määral mõjustas viljakust trustide osatähtsuse muutumine ministeeriumide tööde mahus.

Indeksiteoorias kasutatakse madalamal nihketasandil toimunud struktuurinihete mõju iseloomustamiseks kõrgema tasandi elementidele vastavat järku superindekseid (viimase kohta vt. [2, lk. 195]).

Meie analüüsis iseloomustab struktuurinihete I järku superindeks  $I_{\bar{V}}^{s.n.(1)}$  trustides toimunud struktuurinihete mõju tööviljakuse kujunemisele ministeeriumides. Indeks arvutatakse valemiga

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(1)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V'_{ij0} \cdot T_{ij1}}{\sum_{i=1}^n V'_{ij0} \cdot T_{i1}}, \quad (8)$$

kus  $V'_{ij0}$  — tööviljakuse tase  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -ndas trustis baasaastal (võrreldavais hindades);

$T_{ij1}$  — tööliste arv  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -ndas trustis baas- ja aruandeaastal;

$T_{i1}$  — tööliste arv  $i$ -ndas ministeeriumis aruandeaastal;

$$V'_{ij0} = \frac{\sum_{j=1}^m V'_{ij0} \cdot T_{ij0}}{\sum_{j=1}^m T_{ij0}} = V'_{i0}. \quad (9)$$

( $T_{ij0}$  tähistab tööliste arvu  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -ndas trustis baasaastal).

Seega arvutatakse mingi  $i$ -nda ministeeriumi tööviljakuse tase vastava ministeeriumi alluvuses olevate trustide tasemete keskmisena. Trustides asetleidnud tööviljakuse tõusu mõju tööviljakuse tasemele vabariigis väljendab püsiva struktuuri I järku superindeks ( $I_{\bar{V}}^{p.s.(1)}$ ):

$$I_{\bar{V}}^{p.s.(1)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij1} \cdot T_{ij1}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V'_{ij0} \cdot T_{ij1}}, \quad (10)$$

kus  $V_{ij1}$  — tööviljakuse tase  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -ndas trustis aruandeaastal.

Kui struktuurinihete mistahes järku superindeksid näitavad nihete mõju erinevatel tasanditel, siis integraalindeksid näitavad, kuidas mingil tasandil toimunud nihked mõjustavad seda näitajat peegeldustasandil, s. o. vabariigi tasandil.

Trustides toimunud nihete mõju tööviljakuse dünaamikale vabariigis arvutame seega struktuurinihete I järku integraalindeksiga:

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(1)+} = I_{\bar{V}}^{s.n.} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(1)}. \quad (11)$$

Et kehtib

$$I_{\bar{V}}^{m.s.} = I_{\bar{V}}^{p.s.(1)} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(1)+}, \quad (12)$$



siis võib struktuurinihete I järku superindeksi avaldada (juhul kui  $I_{\bar{V}}^{p.s.(1)}$  ja  $I_{\bar{V}}^{m.s.}$  on teada) valemist (12):

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(1)+} = \frac{I_{\bar{V}}^{m.s.}}{I_{\bar{V}}^{p.s.(1)}}. \quad (13)$$

Kuid ka püsiva struktuuri I järku superindeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.(1)}$  ei ole vaba madalamal tasandil (käesoleval juhul ehitusvalitsuse tasandil) toimunud struktuurinihetest. Indekseerides kõik ehitusvalitsused  $k$ -ga ( $k=1, 2, \dots, K$ ), võime arvutada püsiva struktuuri II järku superindeksi  $I_{\bar{V}}^{p.s.(2)}$ :

$$I_{\bar{V}}^{p.s.(2)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K V_{ijk1} \cdot T_{ijk1}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K V'_{ijk0} \cdot T_{ijk1}}, \quad (14)$$

kus  $V'_{ijk0}$ ,  $V_{ijk1}$  — tööviljakus  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -nda trusti  $k$ -ndas ehitusvalitsuses vastavalt baas- ja aruandeaastal (võrreldavais hindades);

$T_{ijk1}$  — tööliste arv  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -nda trusti  $k$ -ndas ehitusvalitsuses aruandeaastal.

Valemi (14) järgi arvatud indeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.(2)}$  annab vastuse küsimusele, kui suurel määral tingis tööviljakuse taseme muutumist vabariigis selle muutumine ehitusvalitsustes.

Kui asetada  $I_{\bar{V}}^{p.s.(2)}$  väärtus valemisse (13)  $I_{\bar{V}}^{p.s.(1)}$  asemele, võime leida struktuurinihete II järku integraalindeksi  $I_{\bar{V}}^{s.n.(2)+}$ . Viimane näitab, kui suurel määral mõjustasid üksikute ehitusvalitsuste osatähtsuste muutused üldises töökulude mahus keskmist tööviljakuse taset vabariigis.

Struktuurinihete II järku superindeksi  $I_{\bar{V}}^{s.n.(2)}$ , mis näitab ehitusvalitsuste tasandil toimunud struktuurinihete mõju trustide keskmiste viljakuste kujunemisele, leiame valemiga

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(2)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K V'_{ijk0} \cdot T_{ijk1}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \bar{V}'_{ijk0} \cdot T_{ijk1}}, \quad (15)$$

kus

$$\bar{V}'_{ijk0} = \frac{\sum_{k=1}^K V'_{ijk0} \cdot T_{ijk0}}{\sum_{k=1}^K T_{ijk0}} = V'_{ij0}; \quad (16)$$

siin tähistab  $T_{ijk0}$  tööliste arvu  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -nda trusti  $k$ -ndas ehitusvalitsuses baasaastal.

Eelnevat mõttekäiku jätkates võime konstrueerida ka püsiva struktuuri ja struktuurinihete III järku superindeksid (vastavalt  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  ja  $I_{\bar{V}}^{s.n.(3)}$ ).

Sel juhul jõutakse uuele nihketasandile — tööliikide tasandile. Siin tulevad vaatluse alla keskmised viljakused ehitusvalitsustes ja tööliste arv tööliikide kaupa. Tööliikide tasandi käibelevõtmine tähendab sisuliselt uue rühmitamistunnuse rakendamist. Seda saab vältida, kui formaalselt eeldada, et ehitusvalitsustes teevad erinevat liiki töid vastavad jaoskonnad. Sel juhul säilib vana rühmitamistunnus, jaoskonnad asetame juhtimishierarhias ehitusvalitsuste alla.

Nulltasandile jäävad sel juhul töölisel, õigemini nende aastased individuaalsed töökulud ja individuaalne tööviljakus. Jaoskondade (tööliikide) keskmise viljakuse muutumise mõju vastavale vabariigi näitajale peegeldab püsiva struktuuri III järku superindeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$ , mille arvutamise valem on järgmine:

$$I_{\bar{V}}^{p.s.(3)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L V_{ijhkl} \cdot T_{ijhkl}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L V'_{ijhkl} \cdot T_{ijhkl}}, \quad (17)$$

kus  $V'_{ijhkl}$ ,  $V_{ijhkl}$  —  $l$ -nda jaoskonna (tööliigi) töölise keskmine tööviljakus  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -nda trusti  $k$ -ndas ehitusvalitsuses baas- ja aruandeaastal (võrreldavais hindades);

$T_{ijhkl}$ ,  $T_{ijhkl}$  —  $l$ -nda jaoskonna (tööliigi) tööliste arv  $i$ -nda ministeeriumi  $j$ -nda trusti  $k$ -ndas ehitusvalitsuses baas- ja aruandeaastal.

Indeks  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  näitab üksikute tööliikide viljakuse muutumise mõju tööviljakuse dünaamikale vabariigis.

Struktuurinihete III järku superindeks  $I_{\bar{V}}^{s.n.(3)}$  näitab, kui suurel määral mõjustavad jaoskondade tööde struktuuris toimunud nihked tööviljakuse dünaamikat ehitusvalitsustes. Indeksi arvutame järgmiselt:

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(3)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L V'_{ijhkl} \cdot T_{ijhkl}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \bar{V}'_{ijhkl} \cdot T_{ijhkl}}, \quad (18)$$

kusjuures

$$\bar{V}'_{ijhkl} = \frac{\sum_{l=1}^L V'_{ijhkl} \cdot T_{ijhkl}}{\sum_{l=1}^L T_{ijhkl}} = V'_{ijhkl}. \quad (19)$$

Tööde struktuurinihete kogumõju keskmise tööviljakuse kujunemisele vabariigis (tööliikide tasandilt vabariigi tasandini) leiame struktuurinihete integraalindeksi  $I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+}$  abil, mille arvutamise valem on

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+} = I_{\bar{V}}^{s.n.} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(1)} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(2)} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(3)}. \quad (20)$$



Nimetatud indeksit on võimalik leida ka valemi (13) abil, kui eelnevalt on  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  väärtus teada [valem (17)]. Samuti peab  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  ja  $I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+}$  juhul kehtima valem (12), mida võib kasutada arvutustulemuste kontrollimiseks juhul, kui  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  ja  $I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+}$  arvutati vastavalt valemitega (18) ja (20).

Esitatud meetodit saab kasutada struktuurinihete mõju määramiseks ka madalamate tasandite kui omaette süsteemide puhul (näiteks uurides ministeeriumi töövilkakust sõltuvana tema kui hierarhilise süsteemi eri tasanditel toimunud struktuurinihetest). Ka vabariigi tasandit ei saa käsitleda kui peegeldustasandit üldse, vaid teda võib tõlgendada mõne teise süsteemi (näit. NSV Liidu loodepiirkonna, NSV Liidu) nihketasandina.

Samuti saab vaadeldud meetodit kasutada töövilkakuse planeerimisel. Kui riikliku plaaniga antud tööde mahud ja nende struktuur tööliikide kaupa erinevatel tasanditel (ministeerium, trust, ehitusvalitsus) on teada, siis on võimalik ülalesitatud meetodit kasutades arvutada igal tasandil struktuurinihetest tingitud töövilkakuse muutus ja sellega täpsustada töövilkakuse võimaliku kasvu piire. Saanud sel viisil informatsiooni struktuurinihete mõju kohta plaaniperioodil, on võimalik töövilkakuse plaaniülesande täitmiseks mobiliseerida ja planeerida ressursse ning vahendeid, mis tagaksid vajaliku töövilkakuse tõusu teiste tegurite arvel.

Mitmesugustel eesmärkidel saab töövilkakuse analüüsimisel ja planeerimisel kasutada ka arvutuste vahetulemusena leitud igat järku superja integraalindeksite väärtusi, mis sisaldavad informatsiooni vastaval nihketasandil toimunud muutuste mõjust kõrgemate tasandite tulemuste kujunemisele.

Üldjuhul avaldub iga ehitussüsteemi struktuuris toimunud nihete koondmõju madalaimalt nihketasandilt peegeldustasandini vastava struktuurinihete integraalindeksi  $I_{\bar{V}}^{s.n.(n)+}$  (siin  $n$  võrdub nihketasandite arv miinus üks) kaudu. Nüüd saame anda ka valemi mistahes ehitussüsteemi ( $n+1$  nihketasandiga) tööliste struktuurinihete mõjust vaba keskmise töövilkakuse leidmiseks aruandeaastal ( $V_1^{s.n.}$ ):

$$V_1^{s.n.} = \frac{V_1}{I_{\bar{V}}^{s.n.(n)+}}, \quad (21)$$

kus  $V_1$  — tööliste keskmine töövilkakus aruandeaastal vaadeldavas ehitussüsteemis (vabariik, ministeerium, trust jne.).

Valemiga (21) leitud töövilkakusest on elimineeritud ühe süsteemivälise teguri — struktuurinihete — mõju, kuid see ei luba veel väita, et indeksiga  $I_{\bar{V}}^{p.s.(3)}$  oleks antud kõigi süsteemisiseste mõjutegurite toime ulatus. Nagu algul öeldud, tuleks veel arvesse võtta tarnelepingute mitte-täitmisest ja planeerimisvigadest tingitud mõju. Kuivõrd nende tegurite mõju mehhanism pole täiesti selge ning puuduvad teoreetilised alused nende ulatuse määramiseks, siis piirdume kahe eespool käsitletud teguriga.

Eeltoodu kasutamist selgitab lihtne näide.

Lähteandmed on antud tabelis veergudes 5 ja 6 (baasaastal) ning 7 ja 8 (aruandeaastal), vahetulemused veergudes 9—14, samuti kokkuvõtete ridades. Kõik keskmised on märgitud tärnikesega, et eraldada neid teistest suurustest.



Töövilkuse analüüs neljal tasandil (tuh. rbl.)

Nihketasandid				Lähteinformatsioon				$V'_{ijk10} \times T_{ijk10}$	$V'_{ijk11} \times T_{ijk11}$	$V'_{ijk10} \times T_{ijk11}$	$V'_{ijk10} \times T_{ijk1}$	$V'_{ijk0} \times T_{ij1}$	$V'_{ij0} \times T_{i1}$
ministee- rium (i)	trust (j)	ehitus- valitus (k)	jaos- kond (l)	baasperiood		aruandeperiood							
				töövil- jakus ( $V'_{ijk10}$ )	töölised (töö- kulud) ( $T_{ijk10}$ )	töövil- jakus ( $V'_{ijk11}$ )	töölised (töö- kulud) ( $T_{ijk11}$ )						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1.	1.	1.	10,0	20	10,5	25	200	262,5	250,0			
			2.	12,2	40	14,0	60	488	840,0	732,0			
			3.	5,0	10	5,2	20	50	104,0	100,0			
		kokku	10,543*	70	11,490*	105	738	1206,5	1082	1107,015			
	2.	1.	1.	3,0	15	3,2	20	45	64	60			
			2.	3,6	20	4,0	16	72	64	57,6			
		kokku	3,343*	35	3,556*	36	117	128	117,6	120,348			
	kokku	8,143	105	9,464	141	855	1334,5	1199,6	1227,363	1148,163			
	2.	1.	1.	1.	5,2	30	5,5	40	156	220	208		
				2.	13,0	20	14,5	24	260	348	312		
kokku			8,320*	50	8,875	64	416	568	520	532,480			
2.		1.	1.	9,0	40	9,5	30	360	285	270			
			2.	8,2	25	9,0	30	205	270	241			
		kokku	8,692*	65	9,250*	60	565	555	516	521,52			
kokku	8,530*	115	9,056*	124	981	1123	1036	1054	1057,720				
kokku	8,345	220	9,273	265	1836	2457,5	2235,6	2281,363	2205,883	2211,425			
II	1.	1.	1.	4,8	10	5,0	30	48	150	144			
			2.	14,0	30	14,0	10	420	140	140			
			kokku	11,7*	40	7,250*	40	468	290	284	468		
		2.	1.	1.	3,5	25	4,0	30	87,5	120	105		
	2.			8,5	40	8,00	80	340	640	680			
	kokku		6,577*	65	6,909*	110	427,5	760	785	723,47			
	kokku	8,529*	105	7,000*	150	895,5	1050	1069	1191,470	1279,35			
	2.	1.	1.	1.	4,6	20	5,0	25	92	125	115		
				2.	8,0	30	8,0	45	240	360	360		
			kokku	6,640*	50	6,929*	70	332	485	475	464,8		
2.		1.	1.	12	50	14	10	600	140	120			
			2.	9,0	20	9,2	60	180	552	540			
		kokku	11,143*	70	9,886*	70	780	692	660	780			
kokku	9,267*	120	8,408*	140	1112,01	1177	1135	1244,8	1297,38				
kokku	8,922*	225	7,679*	290	2007,5	2227	2204	2436,27	257,673	2587,380			
Vabariik	kokku	8,6371*	445	8,440*	555	3843,5	4684,5	4439,6	4717,633	4782,613	4798,805		



Arvutuste tulemusena leiame, et keskmine tööviljakus vabariigis baas-aastal on 8637 rbl. ja aruandeaastal 8440 rbl. Järelikult muutuva struktuuri indeks (valem 5)

$$I_{\bar{V}}^{m.s.} = \frac{9273 \cdot \frac{265}{555} + 7679 \cdot \frac{290}{555}}{8345 \cdot \frac{220}{445} + 8922 \cdot \frac{225}{445}} = 0,9772.$$

Seega on vaadeldava perioodi kestel keskmine tööviljakus vabariigis langenud ligi 2,3%.

Järgnevalt leiame, kui palju mõjustas keskmist tööviljakust vabariigis tööviljakuse muutumine ministereiumides ( $I_{\bar{V}}^{p.s.}$ ) ja kui palju ministereiumide osatähtsuse muutumine vabariigi tööliste (töökulude) hulgas ( $I_{\bar{V}}^{s.n.}$ ).

Valemi (6) järgi

$$I_{\bar{V}}^{p.s.} = \frac{9273 \cdot \frac{265}{555} + 7679 \cdot \frac{290}{555}}{8345 \cdot \frac{265}{555} + 8922 \cdot \frac{290}{555}} = 0,9761,$$

s. t. tööviljakuse langus üksikutes ministereiumides kutsus esile keskmise tööviljakuse languse vabariigis ligikaudu 2,4% võrra, üksikute ministereiumide osatähtsuse muutumine (valem (4))

$$I_{\bar{V}}^{s.n.} = \frac{0,9972}{0,9761} = 1,0011$$

tingis aga tööviljakuse tõusu 0,11% võrra. Selline on esialgne pilt tegurite mõjust.

Edasi leiame struktuurinihete I järku superindeksi  $I_{\bar{V}}^{s.n.(1)}$  valemi (8) järgi:

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(1)} = \frac{4,143 \cdot 141 + 8,530 \cdot 124 + 8,529 \cdot 150 + 9,267 \cdot 140}{2211,425 + 2587,380} = \frac{4782,613}{4798,805} = 0,9966.$$

Vastav struktuurinihete integraalindeks (valem (11))

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(1)+} = 1,0011 \cdot 0,9966 = 0,9977.$$

Seega mõjuvad trustides struktuurinihked juba negatiivselt, s. o. alandavad tööviljakuse taset vabariigis (tõsi küll, ainult 0,23%).

Ehitusvalitsuste tasandile minnes leiame valemi (15) järgi, et

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(2)} = \frac{4717,633}{4782,613} = 0,9864$$

ja vastav integraalindeks

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(2)+} = 1,0011 \cdot 0,9966 \cdot 0,9864 = 0,9841.$$

Tulemus tõlgendub järgmiselt: ehitusvalitsuste osatähtsuse muutumine tööliste arvus (töökulude mahus) põhjustas keskmise tööviljakuse languse vabariigis ligikaudu 1,6% võrra. Kui kõrvutada saadud tulemust trustide tasandi integraalindeksi väärtusega, näeme, et struktuurinihete



negatiivne mõju kasvab, sedapuhku regionaalsete (ehitusvalitsuste osatähtsus) nihete tõttu.

Lõpuks jõuame jaoskondade (tööliikide) tasandile. Valemite (18) ja (20) järgi leiame, et

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(3)} = \frac{4439,6}{4717,633} = 0,9411$$

ja

$$I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+} = 1,0011 \cdot 0,9966 \cdot 0,9864 \cdot 0,9411 = 0,9261.$$

Valemi (17) järgi arvutame püsiva struktuuri III järku superindeksi:

$$I_{\bar{V}}^{p.s.(3)} = \frac{4684,5}{4439,6} = 1,0552.$$

Saadud tulemused näitavad, et nihked vabariigi EMT-de struktuuris kandusid ehitusvalitsustesse ja põhjustasid keskmise töövõiljakuse languse vabariigis 7,4% võrra. Samal ajal põhjustas tööliste töövõiljakuse tõus töövõiljakuse tõusu vabariigis 5,5% võrra.

Kahe teguri koosmõju

$$I_{\bar{V}}^{p.s.(3)} \cdot I_{\bar{V}}^{s.n.(3)+} = 1,0552 \cdot 0,9261 \approx 0,9772$$

põhjustab aga töövõiljakuse languse 2,3% võrra. Tulemus ühtib eespool arvatud muutuva struktuuri indeksi väärtusega.

#### KIRJANDUS

1. U. Mereste. Majanduslike tulemuste kujunemisele mõju avaldava geograafilise teguri toime kvantitatiivne uurimine. Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1967/1968. Tln., 1969, 195—219.
2. Я. Н. Куперман, В. И. Золотарев, В. И. Стомажин, Производительность труда в строительстве в новых условиях хозяйствования. М., 1973.
3. Методические указания к разработке государственных планов развития народного хозяйства СССР. М., 1974.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud  
30. XII 1976

P. МАЙДЛА

#### ВЫСЧИСЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕСИСТЕМНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

##### Резюме

В статье рассматриваются возможности высчисления количественного влияния внешних факторов на выработку при строительно-монтажных работах. Под внешними понимаются факторы, не поддающиеся управлению со стороны строительной организации. В первую очередь (по формуле 1) элиминируется влияние изменения цен с целью получения сравнимых динамических рядов о выработке.

Далее рассматриваются возможности элиминировать влияние структурных сдвигов на годовую выработку.

В статье приводится математическая аппаратура высчисления влияния структурных сдвигов на разных уровнях (от министерства до видов строительных работ) с помощью супер- и интегральных индексов. Пользование предложенной математической аппаратурой демонстрируется на числовом примере.

Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
30/XII 1976



R. MAIDLA

**COMPUTATION OF THE EFFECT OF EXTERNAL FACTORS  
OF LABOUR PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION***Summary*

The paper discusses possibilities of computing the quantitative effect of external factors on the output of construction and assembly work. By external factors we refer to such factors that are not controlled by a building organization. In the first place we eliminate (according to formula 1) the effect of price changes in order to obtain comparable dynamic rows of output.

Next, the possibilities of eliminating the effect of structural shifts on the annual output are dealt with.

The author presents a mathematical apparatus for computing the effect of structural shifts at various levels (from a ministry down to kinds of building operations) with the help of super- and integral indices. A numerical example of the application of the suggested mathematical apparatus is given.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Economics*

Received  
Dec. 30, 1976