

STATYBOS ĮMONĖS TECHNOLOGIJOS KIEKYBINIS ĮVERTINIMAS

R. Ginevičius, A. Andruškevičius

1. Įvadas

Lietuvai integruojantis į Vakarų pasaulio ekonomiką, ūkio subjektai turi tapti lygiaverčiais užsienio firmų partneriais. Konkurencingumo didinimas tampa pagrindiniu reikalavimu visoms mūsų įmonėms. Tuo pačiu pasiekiamas pagrindinis tikslas – pelnas. Patirtis rodo, kad daugiausia tai priklauso nuo pastatų ir statinių statybos technologijos bei organizavimo [1].

Gamybinių procesų intensyvumo ir dinamiškumo augimas keičia statybos įmonių organizacines struktūrines formas. Rinkas išlaikyti ir didinti galima tik sugebant taikytis prie nuolat kintančių išorinių sąlygų. Priešingu atveju didės nesąryšis tarp įmonės organizacinės valdymo ir gamybinės programos struktūrų, o tai paveiks komercinės veiklos rezultatus [2].

Organizacijų teorija nustatė, kad vienas svarbiausių įmonės struktūrą lemiančių veiksnių yra būtent technologija [2, 3].

Norint nagrinėti technologijos poveikį įmonės struktūrai bei jos komercinės veiklos rezultatams (išdirbiui, savikainai, pelnui, rentabilumui ir pan.), ją būtina išreikšti kiekybiškai. Statybos technologiją kiekybiškai įvertinti svarbu ne tik organizacijų teorijai. Jis reikšmingas taip pat pastatų ir statinių technologiškumo didinimui, pačių technologijų bei jas taikančių statybos įmonių veiklos tobulinimui.

2. Statybos technologija ir jos kiekybinio vertinimo būdai

Kalbėti apie statybos technologijos kiekybinį įvertinimą galima tik apibrėžus pačią technologiją. Teorijoje ir praktikoje ji suprantama ir nagrinėjama dviem aspektais. Vienu – kaip žinių apie gamybinių procesų vykdymo būdus ir priemones visuma, antru – kaip žaliavų, medžiagų arba pusfabrikačių gamybos apdirbimo jų savybių, būsenos, formų pateikimo gamybos proceso metu būdų visuma [4, 5]. Dažniausiai vadovaujamosi antruoju technologijos apibūdinimu.

Taigi statybos technologiją galima apibrėžti kaip žaliavų ir medžiagų perdirbimo į gaminius ir konstrukcijas bei jų pavertimo galutine statybos produkcija – pastatais ir statiniais – procesų visumą [2].

Iš šio apibrėžimo išeina, kad viena statybos technologija nuo kitos gali skirtis trimis pagrindiniais aspektais – gamybos procesų sudėtimi, jų atlikimo nuoseklumu bei atlikimo būdais. Pagrindinių statybos procesų sudėtis bei jų atlikimo nuoseklumas savo prigimtimi yra objektyvūs, todėl dėsningas ir privalomas visoms statyboms. Pradėję pasiruošimu, pereiname prie žemės darbų, pastato montavimo ar mūrėjimo, stogo ir galų gale apdailos darbų.

Kitaip yra su trečiuoju technologijos aspektu, kadangi gamybos procesų atlikimo būdas, esant netgi tai pačiai šių procesų sudėčiai ir atlikimo nuoseklumui, gali būti įvairus. Tai leidžia tvirtinti, kad būtent šis aspektas yra tinkamiausias kriterijus atskirti vieną technologiją nuo kitos.

Kyla klausimas – nuo ko priklauso statybos darbų atlikimo būdai? Juos suprantant kaip veiksmų, sąmoningai taikomų tam tikram tikslui pasiekti, seką, galima tvirtinti, kad jie visiškai priklauso nuo pastato ar statinio konstrukciją nusakančios statybinės sistemos (SS). Būtent nuo jos priklauso, kokie bus parinkti statybos darbų atlikimo būdai ir priemonės [6].

Tyrimų, skirtų statybos technologijai kiekybiškai įvertinti, nedaug [2, 7]. Yra siūlymų išmatuoti pramoninės gamybos technologiją. Jų analizė parodė, kad, pirma, šios metodikos yra per daug universalios ir neįvertina statybos ypatumų, antra, jos nepakankamai tobulos [3]. Autoriai pasiūlė savo metodiką [2, 7].

Šia metodika siekiama įvertinti du esminius statybos įmonės gamybinės programos aspektus – taikomų technologijų, pagrįstų pastatų ir statinių statybinėmis sistemomis, kiekybinę ir kokybinę dalis. Kiekybinė dalis perteikia taikomų technologijų vienalytiškumą, išreiškiamą dviem dydžiais – taikomų SS apimčių variacija, taip pat jų skaičiumi. Kokybinė dalis vertina įmonės gamybinę programą sudarančių statybinių sistemų technologišku-

mą, išreiškiamą jų industriškumu. Statybos technologijos rodiklio sudarymo schema parodyta 1 pav.

Statybos technologijos rodikliui keliami šie reikalavimai: augant metinės gamybinės programos vienytiškumui, taip pat taikomų statybinių sistemų industriškumui rodiklio reikšmė turi didėti.

Pasiūlytas toks statybos technologijos rodiklis T , tenkinantis pirmiau išvardytas sąlygas:

$$T = \frac{U}{n \sum_{i=1}^n b_i} = \frac{U}{S}, \quad (1)$$

čia U – statybos įmonės gamybinę programą sudarančių SS vidutinis industriškumas;
 n – gamybinę programą sudarančių SS skaičius;
 b_i – i -tosios SS reikšmingumas;
 S – dydis, rodantis taikomų technologijų kiekybinę dalį.

Reikšmingumas b_i nustatomas pagal formulę:

$$b_i = \frac{Q_i}{Q_{\min}}, \quad (2)$$

čia Q_i – statybos įmonės metinės programos i -tosios technologijos (SS) apimtis;
 Q_{\min} – statybos įmonės metinės programos, mažiausios pagal apimtį, SS dydis.

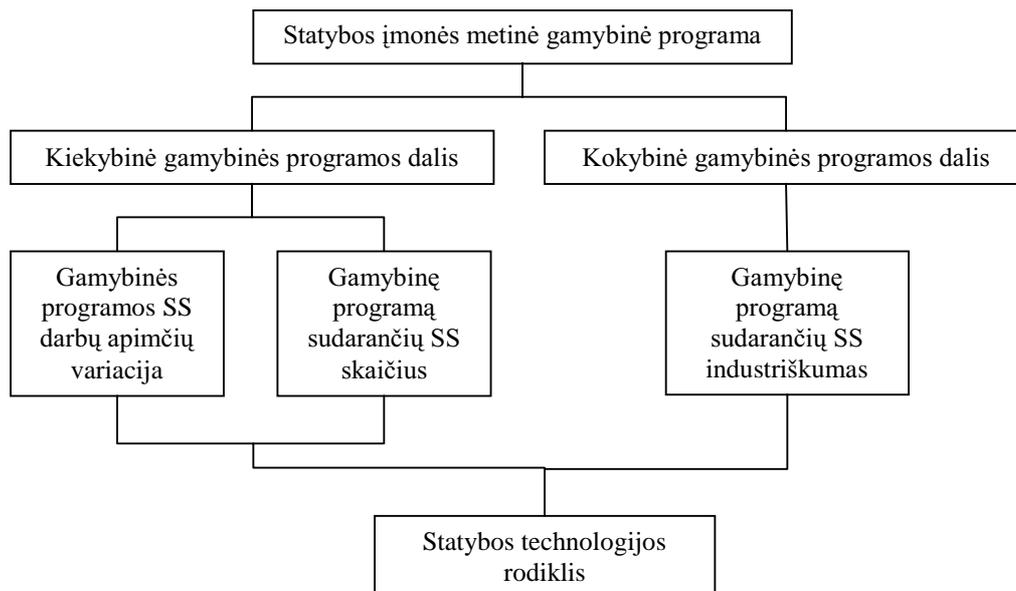
Iš (1) formulės matome, kai $n = 1$, tai $T = U$, t. y. technologijos rodiklis yra lygus gamybinę programą sudarančių SS vidutiniam industriškumui laipsniui.

Skaičiavimai parodė, kad (1) formulės taikymas iš esmės priklauso nuo galimybės nustatyti statybos įmonės gamybinę programą sudarančių SS industriškumą, kitaip sakant, technologiškumo laipsnį. Jis skaičiuojamas kaip keturių industriškumo dalinių rodiklių geometrinis vidurkis:

$$U = \sqrt[4]{K_1 K_2 K_3 K_4}, \quad (3)$$

čia K_1 – surinkimo koeficientas;
 K_2 – gamybinio išbaigtumo koeficientas;
 K_3 – mechaninės įrangos koeficientas;
 K_4 – srautiškumo koeficientas.

Analizė parodė, kad šioms koeficientams nustatyti reikia gausios pradinės informacijos. Pavyzdžiui, koeficientui K_1 nustatyti reikia žinoti statybos objekto surenkamųjų konstrukcijų bei statybinių medžiagų kainą, kuri rinkos sąlygomis yra neapibrėžta; koeficientui K_3 nustatyti reikia žinoti surenkamųjų elementų, mazgų bei gaminių gamybos montavimo bei apdailos sąnaudas; koeficientui K_4 nustatyti reikia žinoti statybos įmonės pagrindinių gamybinių fondų aktyvios dalies vertę, o tai rinkos sąlygomis dažnai praranda savo prasmę; koeficientui nustatyti reikia žinoti kiekvieno darbo baro pagrindinių statybos procesų apimtį.



1 pav. Statybos technologijos rodiklio sudarymo schema

Fig 1. The diagram of technological index formation

Rinkos sąlygomis iš esmės pasikeitė ūkininkavimo galimybės, todėl nurodyti statybinių sistemų industriškumo (technologiskumo) rodikliai arba iš dalies, arba visiškai neteko prasmės. Be to, jiems nustatyti reikalinga informacija, kurią netgi šiuolaikinėmis sąlygomis gauti yra sudėtinga. Iš viso šito galima daryti išvadą, kad statybos technologijai išmatuoti reikalingas kitoks – patobulintas rodiklis.

3. Siūlomas statybos technologijos rodiklis

Pasiūlytas statybos technologijos rodiklio nustatymo modelis (1 pav.) yra logiškas, metodologiškai teisingas, todėl juo galima remtis ir toliau. Ieškomas rodiklis turėtų įvertinti taikomų technologijų kiekybinę bei kokybinę dalį, t. y. jų vienalytiškumą ir technologiskumą.

Formulėje (1) dydį S , rodantį taikomų technologijų kiekybinę dalį, galima patikslinti vietoje jo imant SS apimčių dispersiją σ^2 , t. y. nuokrypio nuo vidurkio kvadratų vidurkinį dydį [8].

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}, \quad (4)$$

čia q_i – statybos įmonės gamybinę programą sudarančios i -tosios SS santykinis dydis;

\bar{q} – visų SS santykinų dydžių aritmetinis vidurkis.

Kita vertus, (4) formulės kitimo pobūdis prieštarauja nurodytiems technologijos rodiklio reikalavimams, kadangi, augant SS apimčių variacijai, jo reikšmė didės. To išvengsime σ^2 atėmę iš vieneto:

$$\sigma_2^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n} = \frac{n - \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}. \quad (5)$$

Dydis σ_2^2 kompleksiškaai įvertina abu statybos įmonės gamybinės programos technologijų vienalytiškumo dydžius – taikomų SS apimčių variaciją, taip pat jų skaičių. Kartu įvertinamas pirmasis gamybinės programos aspektas – taikomų technologijų kiekybinė dalis.

Kokybinei statybos įmonės gamybinę programą sudarančių SS daliai įvertinti reikia žinoti du dydžius – kiekvieno SS taikymo mastą ir technologiskumo laipsnį. Pirmąjį dydį galima gauti iš statybos įmonės gamybinės pro-

gramos. SS technologiskumui nustatyti tikslinga taikyti ekspertinį vertinimą. Ieškomas dydis R_i bus lygus abiejų minėtų dydžių sandaugų sumai:

$$R_i = \sum_{i=1}^n q_i \omega_i, \quad (6)$$

čia ω_i – i -tosios SS technologiskumas.

Ieškomą technologijos rodiklį T' gausime dydį σ_2^2 padauginę iš dydžio R_i :

$$T' = \sigma_2^2 R_i = \frac{\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}\right] \sum_{i=1}^n q_i \omega_i}{n}. \quad (7)$$

Šis rodiklis dar netobulas todėl, kad kai $n = 1$, neat-
sižvelgiant į SS technologiskumą, T' visada bus lygus vienetai. Logiška, kad tokią reikšmę jis įgautų tik idealiu atveju, t. y. kai statybos įmonės gamybinę programą sudaro tik viena, technologiskiausia iš visų galimų statybinė sistema. Tokią rodiklio T' reikšmę gausime (7) formulės vardiklyje naudodami dydį ω_d , t. y. technologiskiausią technologiją iš visų galimų perteikiančią rodiklį. Tokiu atveju galutinė statybos technologijos rodiklio T išraiška bus tokia:

$$T = \frac{\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}\right] \sum_{i=1}^n q_i \omega_i}{n \omega_d}. \quad (8)$$

Rodiklis T atitinka visus jam iškeltus reikalavimus.

4. Technologijos rodiklio interpretacija

Siūlomo technologijos rodiklio savybes patikrinsime remdamiesi hipotetiniais pavyzdžiais. Sakykime, kad visus šalyje statomus pastatus ir statinius galima priskirti dešimčiai statybinių sistemų arba tipinių technologijų. Su-
teiksime šioms SS sutartinius technologiskumo svorius (1 lentelė).

Statybos įmonių gamybinę programą, atsižvelgiant į taikomų technologijų vienalytiškumą ir technologiskumą, galima suskirstyti į keturias tipines situacijas (2 pav.).

Logiška manyti, kad kai gamybinę programą sudarančių statybinių sistemų vienalytiškumas bei technolo-

1 lentelė. Sutartiniai statybinių sistemų technologiskumo svoriai

Table 1. Relative weights of technological solutions of building systems

SS numeris	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Iš viso
SS technologiskumo svoris w_i	0,3	0,07	0,12	0,05	0,24	0,01	0,04	0,08	0,03	0,06	1,0

		Gamybinės programos statybinių sistemų technologiškumas	
		Žemas	Aukštas
Gamybinės programos vienalytiškumas	Žemas	Žemiausia	Vidutiniška
	Aukštas	Vidutiniška	Aukščiausia

2 pav. Statybos technologijos rodiklio reikšmė, atsižvelgiant į gamybinės programos statybinių sistemų vienalytiškumą ir technologiškumą

Fig 2. The value of building technology index depending on uniformity and technological efficiency of building systems included in the construction program

giškumas yra žemas, technologijos rodiklio reikšmė turėtų būti mažiausia. Atvirkščiai, kai vienalytiškumas ir technologiškumas yra aukštas, tai technologijos rodiklio reikšmė turėtų būti didžiausia. Kai turime tarpinę situaciją, t. y. kai gamybinės programos technologinis vienalytiškumas yra žemas, o technologiškumas aukštas, ir atvirkščiai, kai vienalytiškumas aukštas, o technologiškumas žemas, rodiklis turėtų įgauti tarpines reikšmes. Technologijos rodiklio ir šių spėjimų atitikimą patikrinsime remdamiesi atitinkamais hipotetinės gamybinės programos atvejais (2 lentelė).

2 lentelėje pateikti keturi statybos įmonės GP tipiniai variantai. **A** atveju gamybinę programą sudaro keturios pačios netechnologiškiausios SS, be to, darbų apimtys tarp jų pasiskirsčiusios netolygiai, t. y. GP yra nevienalytė (pirmas 2 pav. kvadrantas). **B** atveju priešingai **A** atvejui, statybos įmonės gamybinę programą sudaro keturios pačios technologiškiausios SS, darbų apimtys tarp jų pasiskirsčiusios tolygiai, t. y. GP yra vienalytė (ketvirtas 2 pav. kvadrantas). **C** atveju statybos įmonės gamybinę programą sudaro keturios pačios technologiškiausios SS, tačiau darbų apimtys tarp jų pasiskirsčiusios netolygiai (antras 2 pav. kvadrantas). **D** atveju statybos įmonės gamybinę programą sudaro keturios pačios netechnologiškiausios SS, tačiau darbų apimtys tarp jų pasiskirsčiusios tolygiai (trečias 2 pav. kvadrantas).

2 lentelėje pateikti technologijos rodiklio skaičiavi-

2 lentelė. Statybos įmonės gamybinę programą sudarančių statybinių sistemų (technologijų) lyginamieji svoriai bei technologijos rodiklio T skaičiavimo rezultatai

Table 2. Relative weights of building systems (technologies) included in the production program of construction enterprise and data of technological index T calculations

Gamybinės programos varianto Nr.	Gamybinės programos struktūra										T
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	–	–	–	0,05	–	0,7	0,1	–	0,15	–	0,056
B	0,3	–	0,25	–	0,25	–	–	0,2	–	–	0,653
C	0,05	–	0,15	–	0,1	–	–	0,7	–	–	0,351
D	–	–	–	0,2	–	0,3	0,25	–	0,25	–	0,068

		Gamybinės programos statybinių sistemų technologiškumas	
		Žemas	Aukštas
Gamybinės programos vienalytiškumas	Žemas	A $T = 0,056$	C $T = 0,351$
	Aukštas	D $T = 0,068$	B $T = 0,653$

3 pav. Statybos technologijos rodiklio kitimas, atsižvelgiant į GP vienalytiškumą ir technologiškumą

Fig 3. The variation of building technology index depending on production program uniformity and technological efficiency

mo rezultatai neprieštarauja išdėstytoms jo kitimo prielaidoms (2, 3 pav.).

Didžiausia reikšmė gauta **B** atveju (ketvirtas 3 pav. kvadrantas), mažiausia – **A** atveju (pirmas 3 pav. kvadrantas). **C** ir **D** variantų technologijos rodiklio reikšmės yra tarp variantų **A** ir **B** reikšmių. Be to, sulyginę **C** ir **D** atvejus galime daryti išvadą, kad technologijos rodikliui daug didesnę įtaką turi ne gamybinės programos vienalytiškumas, o jos technologiškumas. Kitaip tariant, technologijos rodiklis dabar labiau priklauso nuo kokybinės, o ne nuo kiekybinės taikomų technologijų dalies. Tokio rezultato pagrįstumą turėtų įvertinti statybos ekspertai.

5. Išvados

1. Statybos įmonių organizacinių valdymo struktūrų veiklai tobulinti, pastatų ir statinių technologiškumui didinti svarbią reikšmę turi statybos technologijos kiekybinis įvertinimas.
2. Pasikeitus ūkininkavimo sąlygoms būtina tobulinti esamus statybos technologijos matavimo metodus.
3. Statybos technologijos rodiklis turi aprėpti ir tar-

pusavyje suderinti taikomų technologijų kiekybinę ir kokybinę dalis.

4. Didžiausią reikšmę technologijos rodiklis turi įgauti tada, kai statybos įmonės gamybinę programą sudaro tik viena, pati technologiškiausia SS; mažiausią – tik viena, pati netechnologiškiausia SS.
5. Skaičiavimai parodė, kad siūlomo technologijos rodiklio kitimas neprieštarauja jam keliamiems reikalavimams. Be to, paaiškėjo, kad jo reikšmei daug didesnę įtaką turi ne GP vienalytiškumas, t. y. kiekybinė GP dalis, o technologiškumas, t. y. kokybinė GP dalis.

Literatūra

1. Zavadskas, E. K.; Karablikovas, A.; Kriukelis, V. ir kt. Pastatų statybos technologija: vadovėlis aukštosios mokykloms. Vilnius: Alma littera, 2000. 262 p.
2. Ginevičius, R. Statybos įmonių organizacinių valdymo struktūrų situacinė analizė ir formavimas. Vilnius: Technika, 1995. 335 p.
3. Kieser A.; Kubicek, H. Organisation. 3. Völlig neubearbeitete Auflage. Walter de Gruyter: Berlin, New York, 1992. 530 S.
4. Литвинов, О. О. Технология строительного производства. Киев: Виша школа, 1983. 479 с.
5. Меньшикова, Б. И. Модельный метод оценки равномерности работ и эффективности организационно-технологических решений. В кн.: Вопросы организации планирования и управления строительством: Межвузовский тематический сборник трудов. Ленинград, 1985, с. 64–70.
6. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий. Москва: Стройиздат, 1986. 135 с.
7. Гинявичюс, Р. Количественная оценка технологии строительного производства. Вильнюс: Техника, 1995. 50 с.
8. Bartosevičienė, V. Ekonominė statistika. Kaunas: Technologija, 2004. 180 p.

QUANTITATIVE EVALUATION OF TECHNOLOGY USED BY CONSTRUCTION ENTERPRISES

R. Ginevičius

S u m m a r y

Methods of quantitative evaluation of construction technology focussing on two major aspects of the production program of a construction enterprise are suggested. The above methods may be applied in quantitative and qualitative analysis of technology used in construction systems of buildings and structures. The quantitative analysis aims to evaluate the uniformity of the applied methods expressed by two indices – an extent of size variation of building systems and their number. The qualitative aspect reflects technological solutions of building systems contained in the production programme of an enterprise.

The quantitative aspect of the applied technologies may be described in terms of size dispersion of the applied building systems.

A qualitative aspect of technology concerns the extent of building systems usage and the efficiency of technological solutions. The value of the first index may be obtained from the construction program of the construction enterprise, while that of the second may be determined by expert systems.

The calculations of a typical case confirm the efficiency of the suggested approach.

Romualdas GINEVIČIUS. Doctor Habil, Professor. Rector of Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lithuania.

A graduate of Vilnius Gediminas Technical University (former Vilnius Civil Engineering Institute) engineering economy (1969), Doctor (1975). Doctor Habil (1997, VGTU). Author of 10 books, monographs, about 150 research articles published in Lithuania and abroad. Member of International Academy of Information. Research interests: market, economy, theory of organizations.

Algirdas ANDRUŠKEVIČIUS. Doctor. Dept. of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania. E-mail: admin@giedra.lt

Doctor of Science (1994). Research interests: building technology and management. Author of more than 80 papers.