



RACIONALIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO TEORIJOS IR PRAKTIKOS ISTORINĖS RAIDOS BRUOŽŲ TYRIMAI

Valerijus Keras¹, Jūratė Mockienė²

*Kauno technologijos universitetas, Studentų g. 48, LT-51367 Kaunas, Lietuva
El. paštas ²jurate.mockiene@ktu.lt*

Anotacija. Statybos istorijoje ryškus siekis, kad statinių konstrukcijos būtų ir architektūriškai išraiškingos, ir racionalios sąnaudų požiūriu. Didžioji dalis tam reikalingų žinių praeityje buvo įgytos patirties keliu – „bandymų ir klaidų“ metodu. Tam prirėkė labai didelių laiko, materialinių išteklių ir kitų vertybių sąnaudų. Be to, medžiagų ir statybos sąlygų įvairovė turėjo lemiamą įtaką racionalių konstrukcijų formoms ir parametrams. Galiausiai buvo sudaryti grafoanalitinių taisyklių rinkiniai, kuriais statinių projektuotojai naudojami ilgus metus. Tuo pat metu buvo plėtojami ir fizika (mechanika) paremti metodai. XX amžiaus antroje pusėje šie metodai pasiekė kokybiškai naują raidos fazę. Buvo su-sintetintos ir apibendrintos medžiagotyros, mechanikos ir matematikos teikiamos žinios. Kompiuterinės technikos patobulėjimas atvėrė naujas galimybes panaudoti šias žinias. Todėl racionalioms konstrukcijoms projektuoti buvo galima adaptuoti tiesinio programavimo metodus. Plėtojant šias galimybes ir panaudojant irimo mechanikos, patikimumo ir ilgaamžiškumo poveikių dydžio ir jų tikimybinio charakterio tyrimo bei kitus pasiekimus, tiesinio programavimo metodai ne visuomet tenkino racionalių konstrukcijų projektuotojų poreikius. Daug priimtinesni pasirodė minimakso principais pagrįsti matematiniai metodai.

Reikšminiai žodžiai: statiniai, konstrukcijos, ilgaamžiškumas, racionalumas, optimalumas, rizika.

Įvadas

Statinių konstravimo teoriniams pagrindams ir praktikai yra būdingas gana ilgas kelias. Racionalių konstrukcijų kūrimo siekis yra senas kaip pati žmonija. Todėl reikėtų pasinaudoti susikaupusiomis žiniomis bei kitomis (metodinėmis ir pan.) galimybėmis, palyginti raidos panašumus bei skirtumus, privalumus ir galbūt nesėkmes. Tai tikslinga įvertinti lyginamaisiais-analitiniais metodais.

Dėmesio vertos statinių konstravimo istorinės raidos studijos. Čia galima išvelgti nemaža ir mūsų laikotarpiu dėmesio vertų epizodų. Visų pirma svarbūs projektiniams sprendimams reikšmingų veiksmų įvertinimo kompleksškumo siekiai. Dėl kryptingos tolesnės pažangos dabartiniu laikotarpiu būtų prasminga nagrinėti statinių projektavimo metodų raidą, įgytų naujų teorinių ir praktinių galimybių privalumus, išryškinti plėtrai reikalingus tos raidos elementus.

Teikiamoje publikacijoje aptariami patirtimi (proporcingumu) pagrįstų projektavimo metodų privalumai ir trūkumai. Atskleidžiami tiesinio programavimo metodų novatoriškumo ir ribotumo bruožai. Nagrinėjami minimakso principais pagrįsto racionalių konstrukcijų projektavimo istorijos bruožai, galimybės ir su jų adaptavimu susiję naujos problemos, kurias tikslinga spręsti ateityje.

Ilgametė patirtis – racionalių konstrukcijų kūrimo priemonė

Ilgamžėje statybinės veiklos retrospektyvoje paprastai yra nesudėtinga išvelgti racionalių konstrukcijų formų bei jų elementų matmenų racionalių proporcijų paieškas. Remiantis šimtmečių patirtimi, įvairiuose pasaulio regionuose tam tikslui buvo sukurtos pakankamai griežtos taisyklės. Jos gerokai skyrėsi, palyginti su įvairiuose regionuose turėtų statybinių medžiagų asortimentu ir statinių projektavimu bei jų statybos priemonėmis (Curl 1999).

Galima manyti, kad tokiomis vietovei būdingomis sąlygomis paremti strėlinių arkų, skliautų ir pan. konstrukcijų paplitimo tiek daugelyje Azijos šalių, tiek ir Šiaurės Europoje aiškinimai. Šiuos arealus skiria didžiuliai atstumai.

Vargu ar kada nors pavyks išvelgti šių teritorijų kultūrų sąsajas. Tačiau konstrukcinės logikos ir praktinių sprendimų panašumai yra gana akivaizdūs, nes daug kuo panašios naudotų medžiagų konstrukcinės savybės. Juolab kad konstrukcinių elementų ir statinių kartu paėmus estetiškas apipavidalinimas skiriasi. Tai atspindi ir minėtų tarpusavyje tolimų arealų etnoso pasaulėžiūros ir praktinės gyvenamosios ryškius skirtumus.

Kol kas dar mažai pažinta plačiai paplitusios sijinės ramstinės Egipto architektūros priešistorė. Egipto architektūrinėje ideologijoje dominavo stačiakampiai kompoziciniai moduliai. Jie pagrįsti iš esmės kitokia konstrukcine logika, kurią toliau sėkmingai plėtodami greitai sukūrė net keturis klasikinės architektūros orderius. Konstrukcinės logikos požiūriu jie nelabai skiriasi. Didžiausi skirtumai yra pastebimi estetinio apipavidalinimo detalėse. Toliau šią architektūrinę logiką plėtojo romėnai, bet esminių permainų į ją neįnešė. Tačiau jie praturtino graikų architektūrą kupolais ir panašiais konstrukciniais elementais, perimtais iš užkariautų Rytų kraštų. Šios naujovės išplėtė ir statinio konstrukcinę logiką.

Pirmiausia reikėtų pažymėti ilgamete praktine statytojų patirtimi paremtus elementų matmenų tarpusavio ryšius ir tų elementų komponavimą į statiniui būtinas struktūras. Galiausiai buvo subrandintos šių struktūrų racionalios formos. Beje, tokio pobūdžio nuostatomis paremtos statinių konstravimo teorija ir praktika daug kur išliko ir iki mūsų dienų.

Juo vėlyvesnis architektūrinis orderis ar kita konstrukcinė sistema, tuo pastebimiau, kad atsirandančios naujos detalės turi konstrukcinę prasmę. Literatūroje naujos orderių detalės dažniausiai laikomos papildomu puošybos elementu, naudojamu iš estetiškų paskatų. Tačiau panagrinėjus kiek giliau, atsiskleidžia konstrukcinės logikos sumetimai. Tarp jų – siekis atsižvelgti į konstrukcijos darbą, sudaryti palankesnes sąlygas pagrindinių laikančiųjų elementų stabilumui, ilgaamžiškumui, siekiant sumažinti

jų pleišėjimo tikimybę (nepageidautiną ir estetiniu požiūriu) bei aibę kitų konstruktoriaus sumetimų.

Tokia ilgamete empirine patirtimi pagrįsta samprata apie racionalias konstrukcijas ir jų įgyvendinimą atspindi daugelyje statybos praktiką nagrinėjančių darbų (Curl 1999; Budreika 1954). Tačiau ir iki šiol ne visas empirine patirtimi įgytas žinias pavyko apibendrinti teorinėmis nuostatomis bei atkurti imitaciniais matematiniais modeliais.

Tenka pažymėti, kad ilgalaikę patirtimi paremti statinių konstravimo pagrindai padėjo įvertinti daugelį statinio eksploatacijos ypatumų. Pastaruoju metu, naudojantis moderniais projektavimo metodais ir priemonėmis, ne visuomet pavyksta taip pat kompleksiskai atsižvelgti į šių ypatumų svarbą statinio konstrukcijų darbui. Tai liudija akivaizdi tikrovė, kai nemaža dalis senovės statinių, hidrotechninių įrenginių ir pan. išstovėjo šimtmečius ir tūkstantmečius, atlaikė įvairius kataklizmus ir išliko iki mūsų dienų. Stebina jų kūrėjų techninės minties drąsa. Dažniausiai jie turėjo žymiai kuklesnes galimybes nei šių laikų projektuotojai.

Mūsų laikmečiui būdingi statiniai ne visuomet geba išstarnauti numatytą laikotarpį. Galimas dalykas, kad taikant dabartinių racionalių konstrukcijų projektavimo metodus nėra taip kompleksiskai įvertinamos įvairios statinių eksploatacijos aplinkybės.

Gali susidaryti įspūdis, kad statinių konstravimo teoriniai pagrindai bei praktika šiek tiek atsilieka tam tinkamų modernių matematinų priemonių bei fizikos duomenų taikymo atžvilgiu.

Statinių konstravimo teorijos lietuviškos mokyklos pradmenis galima išžvelgti Lauryno Stuokos-Gucevičiaus paskaitų konspektuose bei programoje, išlikusioje iki mūsų dienų (Budreika 1954). Tačiau jo palikimas nepakyla aukščiau grafoanalitinių metodų lygmens. Dėstydamas savo nuostatas, L. Stuoka-Gucevičius teigė, jog studijuojantiejiems įrodys, kad „pastato <...> darnumas <...> glūdi <...> atskirų statinio dalių santykiavime tarpusavyje ir su visuma, o nuo to priklauso ir jo stiprumas“ (Budreika 1954). Tokie teiginiai būdingi grafoanalitinio projektavimo etapo paskutinei fazei.

Imitaciniai modeliai projektavimo raidoje

Empirinė patirtis buvo labai naudinga kuriant imitacinius projektavimo modelius. Dar ir šiuo metu, sprendžiant sudėtingus inžinerinius uždavinius tenka rinktis empirinį kelią. Patirtis liudija, kad projektavimo metu parenkami statinių konstrukcijų parametrai dažniausiai turi tenkinti gana prieštarigus reikalavimus, siekius bei tikslus. Statybos teorijai ir praktikai reikšmingais atvejais pirmiausia siekiama užtikrinti pageidautiną statinio ilgaamžiškumą. Paprastai yra siekiama atsižvelgti į jo gyvybingumui nepalankias aplinkybes. Vieni reikšmingiausių čia būtų ekstrordinariniai nepalankių veiksmų deriniai. Tai įvairios apkrovos, destruktivūs pokyčiai statinių eksploatacijos metu. Paprasčiausia būtų statinio ilgaamžiškumo siekti numatant perteklines išteklių atsargas jį sudarančiuose elementuose. Kita vertus, numatant statinio elementų parametrus, privalu paisyti protingo taupumo siekiamybės. Turbūt tik labai retais atvejais statinio elementų parametrai yra numatomi neatsižvelgiant į taupumo kriterijus. Jie dėl vieno

ar kitų priežasčių mažiau svarbūs statinio estetiniam apipavidalinimui, bet ne jo konstravimui. Lygia greta iškyla statinio ilgaamžiškumo ir moralinio susidėvėjimo tikimybių priešara. Žinoma, pasitaiko atvejų, kai vadinamasis moralinis susidėvėjimas gerokai pralenkia statinio fizinio susidėvėjimo eigą.

Dideliu ir istoriškai reikšmingu žingsniu tobulinant statinių konstrukcijų projektavimui skirtus imitacinius modelius dera laikyti tiesinio programavimo metodų adaptaciją (Čyras 1971; Čižas 1967). Tiesinio programavimo panaudojimo koncepcija, matyt, pirmiausia buvo siekiama kiek tik galima labiau išnaudoti statinių konstrukcijų išteklius projektuojant statinį. Tokia koncepcijos nuostata turi poveikį išteklių tausojimo siekiams, aktualiems sparčiai besivystančiai žmonijai.

Tačiau tokie projektiniai sprendimai yra susiję su padidėjusia rizika. Labiausiai ji paliečia ribotą žmonių grupę, kuriai tenka dalyvauti tokiu būdu suprojektuotų statinių eksploatacijos procese.

Pradiniame etape buvo suformuluoti esminiai konstrukcijų projektavimo uždaviniai:

- rasti ribinius poveikius (apkrovas), kai yra žinomi elementų skerspjūviai;
- rasti skaičiuojamąsias (ribinių būvių teorijos prasme) įrašas, kai yra žinomos skaičiuojamųjų poveikių (apkrovų) reikšmės (pastaruoju atveju iš anksto pasirenkami arba skerspjūvių charakteristikų, arba skaičiuojamųjų įrašų tarpusavio santykiai);
- rasti tokias skaičiuojamųjų įrašų reikšmes, kurioms esant konstrukcija yra racionaliausia pagal vieną iš pasirinktų sąnaudinių kriterijų, dažniausiai – pagal medžiagų sąnaudas (skaičiuojamosios apkrovos šiuo atveju yra žinomos).

Tam tikslui buvo suformuluotos teoremos:

- *kinematinė teorema*: jeigu jėgų sistema P atitinka bet kurią tariamąją duotosios konstrukcijos mechanizmą, tai ji turi būti lygi arba mažesnė už ribinę apkrovą P^0 . Tai reikštų, kad žinant jėgų sistemos $\{P\}$ reikšmes visiems galimiems konstrukcijos suardymo mechanizmomams, ribinė reikšmė P^0 bus mažiausia iš aibės $\{P\}$.
- *statinė teorema*: jeigu duotajai konstrukcijai, veikiamai jėgų sistemos P , galima rasti tokias skaičiuojamąsias įrašas, kad jos nė viename pjūvyje neviršytų ardančiųjų konstrukciją įrašų, tačiau bus patenkintos jėgų pusiausvyros sąlygos, tai jėgų sistema bus mažesnė už irimo apkrovą $\{P^0\}$ arba jai lygi.

Todėl konstrukcijų parametrų projektavimo uždavinys matematiškai formuluojamas taip:

$$a_{ij} x_i + b_j = 0,$$

čia: $x_i \geq 0$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $m > n$; m ir n – baigtiniai dydžiai; a_{ij} ir b_j paprastai žinomi iš anksto.

Tikslo funkcija:

$$\min f = \max(-f) = \min \sum_{(i)} c_i x_i.$$

Tiesinio programavimo uždaviniai buvo suformuluoti remiantis klasikinės strypinių sistemų statybinės mechanikos teorine baze. Kiek vėliau metodą imta taikyti sudėtin-

gesniems projektavimo uždaviniams. Tai netiesiško tamprumo, tampriai plastinės su reikšmingomis plastinėmis deformacijomis ir dar kitais reologinio būvio modeliais aprašomos sistemos statinių konstrukcijos. Aprėpti ir sudėtingesni konstrukcijų pavidalai (konstrukcinės schemos): plokštės, kevalai ir kt. (Čyras 1971; Čižas 1967).

Kitas metodo atsparos taškas buvo ribinių būvių teorija.

Tiesinio programavimo adaptacija konstravimo teorijoje ir praktikoje labai pagyveno mokslinius tyrimus Lietuvoje ir už jos ribų. Statybinės mechanikos ir gretutinių projektavimo problematikos krypčių moksliniai tyrimai technikos istorijos požiūriu įgavo visiškai naują, modernią perspektyvą. Jie tapo pradinio postūmiu *sustainable (harmonious) building* ideologijai (An agenda ... 2001; Berlin 2008) atsirasti.

Tačiau kompleksiskai vertinant projektavimo uždavinių sprendimui naudojamus tiesinio programavimo metodus, tektų juos traktuoti kaip pageidaujamų racionalių sprendimų paieškos metodų posistemį. Tiek statinėje, tiek ir kinetinėje teoremos dar neatsispindi būsimam statinio gyvybingumui reikšmingi veiksniai, tokie kaip trumpalaikės perkrovos, poveikių ir fizikinių mechaninių savybių tikimybinis pobūdis, agresyvi aplinka ir eksploatacinės išlaidos, medžiagų senėjimo procesai, galiausiai – projektuojamo objekto patikimumo išteklius bei adaptacijos galimybės. Visa tai įvertinti tiesinio programavimo metodais gana sudėtinga.

Tam tikrų perspektyvių galimybių racionalių konstrukcijų projektavimo reikmėms gali tikti ir kiti operacijų tyrimo matematiniai metodai (Keras 2006; Кярас 1971; Кярас 1974). Kol kas jų adaptavimas statinių konstrukcijų projektavimo uždaviniams spręsti buvo gana vangus.

Konstrukcijų projektavimo pažangos atžvilgiu verta atkreipti dėmesį į gretimų statybos ekonomikos, statybos technologijos ir pan. uždavinių sprendimo metodų pažangos (Завадскас 1987; Peldshus, Zavadskas 1997; Zavadskas *et al.* 2005) istorinę raidą. Šiose probleminėse kryptyse jau ilgą laiką taikomi pažangesni matematiniai metodai (imitaciniai modeliai) (Zavadskas *et al.* 2004; Ustinovičius, Zavadskas 2004; Zavadskas *et al.* 2005; Kvederytė *et al.* 2000). Naudoti analogiškus modelius, kur jie tinka, būtų naudinga sprendimų kompleksiskumo, algoritmų unifikavimo, netgi studijuojamų dalykų integravimo ir kitais požiūriais.

Nagrinėjant istorinės retrospektyvos atžvilgiu galima pastebėti, kad tiesinio programavimo metodai pirmiausia plito ekonomikos ir gamybos technologijų, vėliau – statybos ir racionalių konstrukcijų projektavimo srityse. Tačiau ekonomikoje netrukus buvo įsisavinti perspektyvesni minimakso tipo sprendimų metodai (Завадскас 1987; Peldshus 1997; Zavadskas *et al.* 2005). Racionalių konstrukcijų projektavimo metodikos ir metodologijos pažanga tuo požiūriu vėlavo. Tačiau paruošiamasis darbas vyko ir Lietuvoje, ir užsienyje (Užpolevičius 2006), nebūtinai orientuojantis į šių metodų įdiegimą. Pavyzdžiui, B. Snarskis tęsė anksčiau pradėtus apkrovų tikimybinų charakteristikų tyrimus (Snarskis, Doveika 2004). A. Kudzys su bendradarbiais adaptavo matematinės statistikos ir tikimybių teorijos pasiekimus paprasčiausių konstrukcijų projektavimo reikmėms (Juocevičius, Kudzys 2004; Kudzys, Raulinaitis 2004; Kudzys, Juocevičius 2005). Statinių konstrukcijų darbo tikimybių įvertinimą plėtojo B. Užpolevičius (Užpolevičius 2006). Nemažai tokiems tyrimams skirtų darbų atlikta užsienio šalyse (Pouk-

honto 2003). Yra bandymų adaptuoti susikaupusią informaciją konstrukcijų (santvarų) darbui aprašyti ir joms projektuoti (Probabilistic ... 2000; Keras *et al.* 2005).

Tačiau retrospektyvos analizė liudija, kad norint projektavimo praktikoje plačiai taikyti minimakso metodologija paremtus metodus dar būtina papildyti statistinių duomenų baze. Minimakso metodologijos taikymo teoriniai pagrindai galėtų būti sėkmingai plėtojami jau dabar. Tai būtų pasiteisinusio istorinio raidos perimamumo ir jos kompleksiško logiška tąša.

Išvados

Statinių konstrukcijų projektavimo perspektyvinės kompleksinės raidos požiūriu yra tikslinga išnagrinti ilgaamžę statinių projektavimo teorinių pagrindų ir praktikos raidos retrospektyvą lyginamuoju-analitiniu metodu ir pratęsti šį darbą ateityje.

Statinių konstrukcijų projektavimo metodų istorinė lyginamoji analizė liudija, kad dabar, remiantis žinomais poveikiais statiniui, medžiagų fizikinėmis mechaninėmis savybėmis ir konstrukcijų darbo dėsniniais, įmanoma suprojektuoti tik santykinai racionalias konstrukcijas. Optimalioms konstrukcijoms projektuoti reikalingame duomenų banke dar yra stokojama daugelio reikšmingų duomenų ir iki šiol nebaigti nagrinėti ilgalaikiai dėsniniais.

Remiantis istorine lyginamąja analize galima teigti, kad plėtojant racionalių konstrukcijų projektavimo metodologiją būtų tikslinga ją praturtinti operacijų tyrimo (lošimo teorijos) metodais, sėkmingai naudojamais statybos ekonomikoje, technologijoje ir pan. jau gana seniai. Tai prisidėtų prie konstrukcijų projektavimo mokslinės-techninės pažangos, statybos inžinerijos uždavinių sprendimų kompleksiško, *sustainable building* nuostatų įgyvendinimo.

Iš istoriškai svarbiausių statybos inžinerijos teorinės pažangos uždavinių, leidžiančių taikyti modernius imitacinius modelius, galima būtų išskirti patikimumą, minimakso tipo lošimus, procesų teorijų adaptaciją ir tam reikalingų duomenų kaupimą.

Literatūra

- An Agenda for Sustainable Construction in Europe: Drawn up by the Working Group for Sustainable construction with participants from the European Commission, Member States and Industry.* 2001. Brussels.
- Berlin, A. 2008. 50 years of European Union Development: Quantum Leaps and Small Steps, in *European Integration Studies: Research and Topicalities*. Vol. 2. Kaunas: Technologija, 135–139.
- Budreika, E. 1954. *Architektas Laurynas Stuoka-Gucevičius*. Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. 167 p.
- Curl, J. S. 1999. *Oxford Dictionary of Architecture*. Oxford: University press. 833 p.
- Čižas, A. E. 1967. *Matematinio programavimo metodų taikymas tampriųjų-plastinių sijų ir rėmų skaičiavimui su deformacijų ribojimu*: technikos mokslų kandidato disertacija. Kaunas: KPI.
- Čyras, A. 1971. *Theory of Optimization in Limit Analysis of a Solid Deformable Body*. Vilnius: Mintis. 124 p.

- Juocevičius, V.; Kudzys, A. 2004. Apie statomų ir montuojamų konstrukcijų patikimumą, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 9–12.
- Keras, V. 2006. *Statybinių konstrukcijų tyrimų, dėstymo, diegimo inovacijos ir istorinė plėtra, remiantis lyginamąja mokslotyra*. Vilnius: Technika.
- Keras, V.; Valys, A.; Mockienė, J. 2005. Stress – strain concentration in high – rise structure elements and monotonic disintegration under the influence of environment contamination, *Journal of Civil Engineering and Management* 11(1): 49–55.
- Kudzys, A.; Raulinaitis, A. 2004. Tikimybinis silpnėjančių konstrukcijų patikimumo vertinimas, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 24–29.
- Kudzys, A.; Juocevičius, J. 2005. Konstrukcijos darniosios statybos strategijoje, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 16–24.
- Kvederytė, N.; Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 2000. A method of multiple criteria multivariate design of a building life cycle, *Civil Engineering* 6(3): 179–192.
- Peldshus, F.; Zavadskas, E. K. 1997. *Matriciniai lošimai statybos technologijoje ir vadyboje*. Vilnius: Technika. 134 p.
- Poukhonto, L. M. 2003. *Durability of concrete structures and constructions: silos, bunkers, reservoirs, water towers, retaining walls*. Lisse: A. A. Balkema Publishers. 408 p.
- Probabilistic Model Code*. 2000. Part 1. Basis of Design. 12th draft. 62 p.
- Snarskis, B.; Doveika, V. 2004. Kai kurie duomenų apie vėjo ir sniego apkrovas Lietuvos sąlygomis statistinės analizės rezultatai, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 58–65.
- Ustinovičius, L.; Zavadskas, E. K. 2004. *Statybos investicijų efektyvumo sistemos techninis įvertinimas*. Vilnius: Technika. 220 p.
- Užpolevičius, B. 2006. *Statinių tyrinėjimas, bandymas ir vertinimas*. Vilnius: Technika. 135 p. doi:10.3846/834-S
- Zavadskas, E. K., et al. 2005. Evaluation of Vilnius sustainability from social, economic and engineering – technical points of view, using the game theory, *Technological and Economic Development of Economy* 9(2): 134–143.
- Zavadskas, E. K.; Peldshus, F.; Ustinovičius, L. ir kt. 2004. *Lošimų teorija statybos technologijoje ir vadyboje*. Vilnius: Technika. 196 p.
- Завадскас, Э.-К. 1987. *Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве*. Вильнюс: Мокслас. 211 с.
- Кярас, В. 1971. О применении динамического программирования в решении задач прогноза и анализа разрушения, в кн.: *Тезисы докладов на конференции по применению ЭЦВМ в строительной механике*. Ленинград, 9–11.
- Кярас, В. 1974. *Развитие прогноза разрушения, основанного на планировании операций: материалы всесоюзной конференции «Проблемы оптимизации в механике твердого деформируемого тела»*. Вильнюс.

STUDIES ON HISTORICAL DEVELOPMENT OF RATIONAL BUILDING DESIGN THEORY AND PRACTICE TRENDS

Valerijus Keras¹, Jūratė Mockienė²

Kaunas University of Technology, Studentų g. 48, LT-51367 Kaunas, Lithuania

E-mail: ²jurate.mockiene@ktu.lt

Summary. The basic problem that may be solved in designing of building is an ensuring of building liveliness. For achievement of this goal certain demands, terms, claims, etc. may be appreciated or estimated. There was a need for a long historical way of elaborating practical means for the achievement of these goals. Some time later this practical experience was formulated by grafo-analytic methods. But these methods as well as practical means are not possible to account for a specific for variety of characteristics related to preconditions, demands and initial data set to be used for building design. A number of them are contradictory by their nature. Consequently, the neglect of most influential contradictions set up a premise to depreciate results and partly, methods used for designing. Most of all, the significant part of contradictions and characteristics used for design of structures or related to design process in any other form have a probabilistic character. So, imitation models, used for design, may be adequate to these peculiarities as well as it is possible. With this intention there can be adapted methods based on minimax principle. Some directions of scientific researches for this goal are discussed in relation to rational building structures design historic evolution. It can be useful also from complexity point of view on account of using minimax based methods in building economy, technology, etc.

Keywords: buildings, structures, longevity, rationality, optimal, risk.

Valerijus KERAS. Technologijos mokslų daktaras, Kauno technologijos universiteto statybos ir architektūros fakulteto docentas (statybinė mechanika). Pagrindinės mokslinių interesų kryptys: irimo mechanika, įtempių ir deformacijų koncentracija, ilgaamžiškumas, irimas.

Valerijus KERAS. Assoc. Prof. Dr, Department of Building Structures, Kaunas University of Technology. Research interests: fracture mechanics, concentration of stresses and strains, durability, destruction.

Jūratė MOCKIENĖ. Kauno technologijos universiteto statybos ir architektūros fakulteto lektorė. Pagrindinės mokslinių interesų kryptys: metalinės konstrukcijos, stiprumas, ilgaamžiškumas, irimas, racionalus projektavimas.

Jūratė MOCKIENĖ. Lecturer. Department of Building Structures, Kaunas University of Technology. Research interests: Steel structures, strength, durability, destruction, rational design.