

VALUATION OF ALTERNATIVES IN NO DEFINITE CIRCUMSTANCES

P. Gaučas & E. K. Zavadskas

To cite this article: P. Gaučas & E. K. Zavadskas (2001) VALUATION OF ALTERNATIVES IN NO DEFINITE CIRCUMSTANCES, *Statyba*, 7:3, 231-237, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531729](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531729)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531729>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 34

ALTERNATYVŲ VERTINIMAS NEAPIBRĖŽTUMO SĄLYGOMIS

P. Gaučas, E. K. Zavadskas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Sprendimo priėmimo problematika

Naujų statybų technologijų taikymas, taip pat kaip ir senų, turi būti pagrįstas, t. y. statinys turi maksimaliai tenkinti jam keliamus reikalavimus bei tikslus.

Statybos projektai turi daug savybių, priklauso nuo įvairių veiksnių. Jie įgyvendinami suinteresuotoms grupėms siekiant konkrečių tikslų. Vienoks ar kitoks įvykis aplinkoje ar jos būklė būna įvairiausi. Tuo atveju, jei egzistuoja kelios įmanomos vertinamo objekto projekto alternatyvos, skirtingas alternatyvas atitinka skirtingos tikslo funkcijų reikšmės. Jeigu nė viena alternatyva nedominuoja, atsiranda sprendimo pasirinkimo problema, kuri gali būti išspręsta taikant sprendimo priėmimo teorijos taisykles ir kriterijus. Atliekant projektų analizę vienas iš didžiausių sunkumų – projektą išreikšti matematine forma. Šiuo atveju reikia sudaryti kriterijų sistemą, nustatyti kriterijų reikšmes ir reikšmingumus, siekiant maksimaliai aprašyti analizuojamus projektus [1].

Sprendimų priėmimo praktikoje tenka vertinti daugelį galimų priimamo sprendimo pasekmių ir todėl reikia taikyti kelis kriterijus atrenkant veiksmus iš aibės alternatyvų; kitais žodžiais, tenka optimizuoti sprendimą atitinkamai ne su viena, bet su keliomis tikslo funkcijomis. Dažnai sutinkamas pasakymas „siekti maksimalaus efekto esant minimalioms išlaidoms“ jau reiškia sprendimo priėmimą esant dviem kriterijams. Statybos objektų įvertinimas, atitinkamai ir planavimas, kaip sprendimų priėmimo sistema, atliekamas remiantis keliais kokybiniais ir kiekybiniais kriterijais: kaina, savikaina, pelnu, darbo sąnaudomis, statybos trukme, kokybe, eksploatacijos išlaidomis, ilgaamžiškumu ir kt.

Ekonominiam-matematiniam modeliavimui naudojami matematiniai sprendimų priėmimo modeliai, kai dažniausiai turima reikalų su viena tikslo funkcija, tai yra su vienu optimalumo kriterijumi. Anksčiau tais atve-

jais, kai buvo susiduriama su daugiakriteriškumo problema, dažnai visi kriterijai, išskyrus vieną, buvo fiksuojami ir imami kaip apribojimai, taigi optimizacija buvo atliekama pagal vieną iš jų – tą, kuris buvo laikomas dominuojančiu. Tačiau keliami tikslai dažnai prieštarauja vieni kitiems, todėl susidaro prieštaringa ar konfliktinė situacija, kuri suprantama kaip neapibrėžta. Todėl optimizacijos problemoms spręsti būtina taikyti modelį, leidžiantį įvertinti konfliktines bei prieštaringas situacijas [2].

2. Neapibrėžtųjų aibių teorijos esmė bei taikymo prielaidos

Optimizacijos problemų, kai pastebimos konfliktinės bei prieštaringos situacijos, sprendimui daugiakriteriniuose uždaviniuose taikytina mokslinė kryptis, kurios pradininkas yra Lotfi Zade. Kalba eina apie L. Zade [3] pasiūlytas vadinamąsias neapibrėžtasias aibes, klases, šeimas ir, kaip pasekmė, apie neapibrėžtus algoritmus, sistemas ir t. t., taip pat apie sprendimų priėmimą neapibrėžtumo sąlygomis, kai tikslai ir apribojimai negali būti tiksliai nurodyti ir situacija suprantama kaip neapibrėžta. Sąvokų apie neapibrėžtus tikslus ir apribojimus vartojimas leidžia pritaikyti kitokią negu standartinę loginę sprendimų priėmimo schemą, kai fiksuojama aibė alternatyvų, aibė apribojimų ir optimalios alternatyvos atrankos tikslo funkcijos. Alternatyvų erdvėje esant neapibrėžtiems tikslams ir apribojimams, loginė sprendimų priėmimo schema atrodo kitaip. Šiuo atveju sprendimas formuojamas kaip neapibrėžtų tikslų susikirtimas su neapibrėžtais apribojimais. O tai reiškia, kad iš esmės dingsta skirtumas tarp tikslų ir apribojimų.

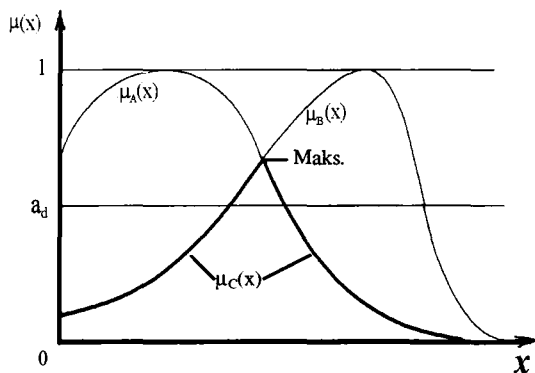
L. Zade pasiūlė vadinamąsias priklausomumo funkcijas, t. y. neapibrėžtųjų aibių teorijoje nėra aiškios ribos tarp elementų priklausomumo (reikšmė 1) ir nepri-

klausomumo (reikšmė 0) apibrėžtajai aibei, kuri būdinga klasikiniam aibės supratimui. Elemento x priklausomumą aibei A galime apibrėžti reikšmėmis, kurios yra tarp 0 ir 1. Elemento x priklausomumo laipsnis aibei A neapibrėžtosiose aibėse aprašomas priklausomumo funkcija $\mu_A(x)$, kuri suteikia elementui x priklausomumo reikšmes intervalu nuo 0 iki 1 [4, 5].

$A = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\}$, čia $\mu_A(x)$ elemento x priklausomumo neapibrėžtajai aibei A reikšmė. Kelių konfliktinių tikslo funkcijų integracija gali būti įvykdyta taikant vadinamąjį minimumo operatorių. Jungiant dvi priklausomumo funkcijas $\mu_A(x)$ ir $\mu_B(x)$ į funkciją $\mu_C(x)$ šis operatorius suteikia kiekvienai elemento x reikšmei minimalią reikšmę, kurią įgauna viena iš šių priklausomumo funkcijų ($\mu_A(x)$ ir $\mu_B(x)$).

Dviejų neapibrėžtųjų aibių A ir B su priklausomumo funkcijomis μ_A ir μ_B vadinamosios pjūvio aibės priklausomumo funkcija $\mu_{A \cap B}$ (1 pav.) apibrėžiama per minimumo operatorių [4, 6]:

$$\mu_C(x) = \mu_A \cap \mu_B(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)].$$



Dviejų neapibrėžtųjų aibių A ir B su priklausomumo funkcijomis μ_A ir μ_B pjūvio aibės priklausomumo funkcijos $\mu_{A \cap B}(x)$ grafinė interpretacija

Graphical interpretation of sections set dependence function of two A and B fuzzy sets with dependence functions μ_A and μ_B

Jeigu, sprendžiant daugiatislės optimizacijos problemą, taikomas minimumo operatorius, tuomet keliamas tikslas maksimizuoti minimalią priklausomybės reikšmę, kurią gauna viena iš priklausomumo funkcijų. Šio teiginio grafinė interpretacija pateikta paveiksle.

3. Modelio, paremto neapibrėžtųjų aibių teorija, praktinis pritaikymas

Nagrinėjamas objektas – Vilniaus rajone statomas autobusų ir vilkikų servisas. Tikslas – iš galimų objekto alternatyvų išrinkti optimalų variantą, kuris maksimaliai atitiktų objektui keliamus tikslus. Sprendimui priimtąs neapibrėžtųjų aibių teorija paremtą modelį [7, 8].

Projektuojamo pastato pamatai gręžtiniai, per visą perimetrą įrengtas rostverkas, pastato karkasą sudaro gelžbetoninės kolonos bei gelžbetoninė perdanga, denginio konstrukciją sudaro metalinės sijos. Pastatas yra be rūšio, serviso patalpos – vieno aukšto, per visą pastato aukštį, administracinė dalis yra dviejų aukštų.

Numatyta įvertinti šešiolika objekto variantų. Toliau pateikiama, kuo ypatingas kiekvienas variantas.

1 variantas. Pastato išorinės sienos įrengiamos karkasą (prie gelžbetoninių kolonų pritvirtinus specialius profilius) aptaisant profiliuotos skardos lakštais, išorinę pusę apšiltinant akmens vatos 120 mm storio sluoksniu, įrengiant vėjo izoliaciją iš 20 mm labai kietos akmens vatos. Šiltinantis sluoksnis iš išorės aptaisomas profiliuota skarda. Stogą sudaro denginio metalinė konstrukcija, apšiltinta 160 mm storio akmens vatos sluoksniu bei 20 mm storio labai kietos akmens vatos sluoksniu vėjo izoliacijai. Ant viršaus įrengiama ruloninė danga. Numatyta pastatyti ir įrengti $\sim 180 \text{ m}^2$ ploto sandėlį.

2 variantas. Nuo pirmojo jis skiriasi tuo, kad nenumatoma statyti sandėlio.

3 variantas. Konstrukciniai sprendimai nesiskiria nuo pirmojo varianto, tačiau numatyta įrengti kelią, kuriu galėtų privažiuoti didesnės transporto priemonės, todėl pakeista statinio orientacija teritorijoje.

4 variantas. Šis variantas nuo trečiojo skiriasi tuo, kad nenumatoma statyti sandėlio.

5 – 8 variantai. Šie variantai skiriasi nuo pirmųjų keturių išorinių sienų ir stogo konstrukcija. Karkasą numatyta aptaisyti trisluoksniomis plokštėmis (profiluota skarda, 120 mm akmens vata ir vėl profiluota skarda). Stogas įrengiamas iš trisluoksnių plokščių, apšiltintų 150 mm storio akmens vata. Šiuo atveju nereikia įrengti ruloninės stogo dangos.

Pirmuosiuose aštuoniuose variantuose numatyti šaldymo įrenginiai.

9 – 16 variantai. Šie aštuoni variantai nuo kitų skiriasi tik tuo, kad juose nenumatyti šaldymo įrenginiai.

Variantai vertinami pagal kriterijus, kurie pateikti bendrųjų objekto variantų duomenų lentelėje (1 lent.).

Siekiant įvertinti konfliktinius keliamų tikslų santykius, sistemos įtakos veiksniai dalijami į dvi grupes – vadinamuosius vidinius ir išorinius sistemos įtakos veiksnius [7, 8].

Šios dvi grupės atspindi pagrindinius sprendimo priėmimo tikslus. Pirmoji grupė (vidiniai įtakos veiksniai) rodo, ko sprendimų priėmėjas siekia (pvz., maksimizuoja kokybę) (2 lent.), antroji grupė nusako, ką sprendimų priėmėjas įvertina kaip apribojimą (pvz., minimizuoja kainą) (3 lent.). Alternatyvų erdvės subjektyvus dalijimas į klases vyksta pasirenkant tris taškus a_0 , a_d , a_m , kuriems imamos priklausomumo reikšmės $\mu(a_0)=0$, $\mu(a_d)=0,5$, $\mu(a_m)=1$.

Remdamiesi (1)–(4) formulėmis sudarome vidinių įtakos veiksnių priklausomumo reikšmių matricą bei įvertiname kiekvienos alternatyvos priklausomumą. Skaičiavimų rezultatai pateikiami lentelėje (4 lent.).

Elementų priklausomumo reikšmės nustatomos lygybių sistema [9]:

$$\mu_j(a) = \begin{cases} 0, & \text{kai } a \leq a_0, \\ Aa^3 + Ba^2 + Ca + D, & \text{kai } a_0 \leq a \leq a_d, \\ Ea^3 + Fa^2 + Ga + H, & \text{kai } a_d \leq a \leq a_m, \\ 1 & \text{kai } a_m \leq a. \end{cases} \quad (1)$$

Koeficientai (A, \dots, H) apskaičiuojami lygčių sistema:

$$\begin{aligned} Aa_0^3 + Ba_0^2 + Ca_0 + D &= 0, \\ Aa_d^3 + Ba_d^2 + Ca_d + D &= 0,5, \\ Ea_d^3 + Fa_d^2 + Ga_d + H &= 0,5, \\ Ea_m^3 + Fa_m^2 + Ga_m + H &= 1, \\ 3Aa_0^2 + 2Ba_0 + C &= 0, \\ 3Ea_m^2 + 2Fa_m + G &= 0, \\ 3Aa_d^2 + 2Ba_d + C - 3Ea_d^2 - 2Fa_d - G &= 0, \\ 6Aa_d + 2B - 6Ea_d - 2F &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Priklausomumo funkcija turi įvykdyti sąlygą $\mu_j(a_j) \in [0, 1]$, tačiau, kai a_d arti a_0 ar a_m , μ_j reikš-

1 lentelė. Bendrieji objekto variantų duomenys

Table 1. General data of variants of the object

| Variantas | KRITERIJAI | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------|-------------------------|--|-----------------------|------------------|
| | Sąmata, Lt | Darbo sąnaudos, žm. val. | Statybos trukmė, sav. | Elektros energijos sąnaudų pokytis, % | Bendras plotas, m ² | 1 m ² kaina, lt/m ² | Tūris, m ³ | Šilumos nuostoliai, kWh | Šilumos nuostoliai, kWh/m ² | Funkcionalumas, balai | Komfortas, balai |
| 1 projekto variantas | 7 078 674 | 138 817 | 26 | 1 | 2 180 | 3 246 | 11 162 | 118 864 | 54,5 | 9,0 | 8 |
| 2 projekto variantas | 6 435 040 | 130 622 | 25 | 5 | 2 035 | 3 162 | 10 573 | 118 864 | 58,4 | 7,0 | 7 |
| 3 projekto variantas | 7 734 924 | 160 041 | 29 | 0 | 2 180 | 3 547 | 11 162 | 118 864 | 54,5 | 10,0 | 10 |
| 4 projekto variantas | 7 091 290 | 151 846 | 28 | 4 | 2 035 | 3 485 | 10 573 | 118 864 | 58,4 | 8,0 | 9 |
| 5 projekto variantas | 7 097 889 | 135 570 | 26 | 1 | 2 180 | 3 255 | 11 162 | 118 049 | 54,1 | 9,0 | 8 |
| 6 projekto variantas | 6 446 760 | 129 511 | 25 | 5 | 2 035 | 3 168 | 10 573 | 118 049 | 58,0 | 7,0 | 7 |
| 7 projekto variantas | 7 754 139 | 156 794 | 29 | 0 | 2 180 | 3 556 | 11 162 | 118 049 | 54,1 | 10,0 | 10 |
| 8 projekto variantas | 7 103 010 | 150 735 | 28 | 4 | 2 035 | 3 490 | 10 573 | 118 049 | 58,0 | 8,0 | 9 |
| 9 projekto variantas | 7 023 754 | 138 637 | 26 | 3 | 2 180 | 3 221 | 11 162 | 118 864 | 54,5 | 9,0 | 7 |
| 10 projekto variantas | 6 380 120 | 130 442 | 25 | 7 | 2 035 | 3 135 | 10 573 | 118 864 | 58,4 | 7,0 | 6 |
| 11 projekto variantas | 7 680 004 | 159 861 | 29 | 2 | 2 180 | 3 522 | 11 162 | 118 864 | 54,5 | 10,0 | 9 |
| 12 projekto variantas | 7 036 370 | 151 666 | 28 | 6 | 2 035 | 3 458 | 10 573 | 118 864 | 58,4 | 8,0 | 8 |
| 13 projekto variantas | 7 042 969 | 135 390 | 26 | 3 | 2 180 | 3 230 | 11 162 | 118 049 | 54,1 | 9,0 | 7 |
| 14 projekto variantas | 6 391 840 | 129 331 | 25 | 7 | 2 035 | 3 141 | 10 573 | 118 049 | 58,0 | 7,0 | 6 |
| 15 projekto variantas | 7 699 219 | 156 614 | 29 | 2 | 2 180 | 3 531 | 11 162 | 118 049 | 54,1 | 10,0 | 9 |
| 16 projekto variantas | 7 048 090 | 150 555 | 28 | 6 | 2 035 | 3 463 | 10 573 | 118 049 | 58,0 | 8,0 | 8 |

2 lentelė. Vidiniai sprendimo priėmimo sistemos įtakos veiksniai

Table 2. Inherent influence circumstances of decision-making system

| Variantas | Elektros energijos sąnaudų pokytis, % | Bendrasis plotas, m ² | Tūris, m ³ | Šilumos nuostoliai, kWh/m ² | Funkcionalumas, balai | Komfortas, balai |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|------------------|
| 1 projekto variantas | 1 | 2 180 | 11 162 | 54,5 | 9,0 | 8 |
| 2 projekto variantas | 5 | 2 035 | 10 573 | 58,4 | 7,0 | 7 |
| 3 projekto variantas | 0 | 2 180 | 11 162 | 54,5 | 10,0 | 10 |
| 4 projekto variantas | 4 | 2 035 | 10 573 | 58,4 | 8,0 | 9 |
| 5 projekto variantas | 1 | 2 180 | 11 162 | 54,1 | 9,0 | 8 |
| 6 projekto variantas | 5 | 2 035 | 10 573 | 58,0 | 7,0 | 7 |
| 7 projekto variantas | 0 | 2 180 | 11 162 | 54,1 | 10,0 | 10 |
| 8 projekto variantas | 4 | 2 035 | 10 573 | 58,0 | 8,0 | 9 |
| 9 projekto variantas | 3 | 2 180 | 11 162 | 54,5 | 9,0 | 7 |
| 10 projekto variantas | 7 | 2 035 | 10 573 | 58,4 | 7,0 | 6 |
| 11 projekto variantas | 2 | 2 180 | 11 162 | 54,5 | 10,0 | 9 |
| 12 projekto variantas | 6 | 2 035 | 10 573 | 58,4 | 8,0 | 8 |
| 13 projekto variantas | 3 | 2 180 | 11 162 | 54,1 | 9,0 | 7 |
| 14 projekto variantas | 7 | 2 035 | 10 573 | 58,0 | 7,0 | 6 |
| 15 projekto variantas | 2 | 2 180 | 11 162 | 54,1 | 10,0 | 9 |
| 16 projekto variantas | 6 | 2 035 | 10 573 | 58,0 | 8,0 | 8 |
| a_0 | 0,0 | 2 035 | 10 573 | 54,1 | 7,0 | 6,0 |
| a_d | 3,5 | 2 108 | 10 868 | 56,3 | 8,5 | 8,0 |
| a_m | 7,0 | 2 180 | 11 162 | 58,4 | 10,0 | 10,0 |

3 lentelė. Išoriniai sprendimo priėmimo sistemos įtakos veiksniai

Table 3. Outward influence circumstances of decision-making system

| Variantas | Šamata, Lt | Darbo sąnaudos, žm. val. | Statybos trukmė, sav. | 1 m ² kaina, Lt/m ² | Šilumos nuostoliai, kWh |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------|
| 1 projekto variantas | 7 078 674 | 138 817 | 26 | 3 246 | 118 864 |
| 2 projekto variantas | 6 435 040 | 130 622 | 25 | 3 162 | 118 864 |
| 3 projekto variantas | 7 734 924 | 160 041 | 29 | 3 547 | 118 864 |
| 4 projekto variantas | 7 091 290 | 151 846 | 28 | 3 485 | 118 864 |
| 5 projekto variantas | 7 097 889 | 135 570 | 26 | 3 255 | 118 049 |
| 6 projekto variantas | 6 446 760 | 129 511 | 25 | 3 168 | 118 049 |
| 7 projekto variantas | 7 754 139 | 156 794 | 29 | 3 556 | 118 049 |
| 8 projekto variantas | 7 103 010 | 150 735 | 28 | 3 490 | 118 049 |
| 9 projekto variantas | 7 023 754 | 138 637 | 26 | 3 221 | 118 864 |
| 10 projekto variantas | 6 380 120 | 130 442 | 25 | 3 135 | 118 864 |
| 11 projekto variantas | 7 680 004 | 159 861 | 29 | 3 522 | 118 864 |
| 12 projekto variantas | 7 036 370 | 151 666 | 28 | 3 458 | 118 864 |
| 13 projekto variantas | 7 042 969 | 135 390 | 26 | 3 230 | 118 049 |
| 14 projekto variantas | 6 391 840 | 129 331 | 25 | 3 141 | 118 049 |
| 15 projekto variantas | 7 699 219 | 156 614 | 29 | 3 531 | 118 049 |
| 16 projekto variantas | 7 048 090 | 150 555 | 28 | 3 463 | 118 049 |
| a_0 | 6 380 120 | 129 331 | 25 | 3 135 | 118 049 |
| a_d | 7 067 130 | 144 686 | 27 | 3 346 | 118 456 |
| a_m | 7 754 139 | 160 041 | 29 | 3 556 | 118 864 |

mės išeina už intervalo [0,1] ribų, todėl turi būti įvykdyta ši sąlyga:

$$-1 + \sqrt{2} \leq \frac{|a_m - a_d|}{|a_d - a_o|} \leq 1 + \sqrt{2}. \quad (3)$$

Kiekvienai alternatyvai pagal vidinius įtakos veiksnius apskaičiuojamas priklausomumo laipsnis μ_i . Šiuo atveju patvirtinama nuomonė, kad sprendinys su arit-

metiniu vidurkiu (Laplaso kriterijus) (4) yra tinkamas:

$$\mu_i = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k \mu_{il}. \quad (4)$$

Remdamiesi (1)–(3) formulėmis sudarome išorinių įtakos veiksnių priklausomumo reikšmių matricą. Skaičiavimų rezultatai pateikiami 5 lentelėje.

Iš šių matricų (4 ir 5 lent.) formuojama pagrindi-

4 lentelė. Vidinių sprendimo priėmimo sistemos įtakos veiksnių priklausomumo reikšmių matrica

Table 4. Matrix of inherent influence dependence circumstances of decision-making system

| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | μ_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 0,055 | 1,000 | 1,000 | 0,978 | 0,741 | 0,500 | 0,712 |
| 0,802 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,156 | 0,160 |
| 0,000 | 1,000 | 1,000 | 0,978 | 1,000 | 1,000 | 0,830 |
| 0,606 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,259 | 0,844 | 0,285 |
| 0,055 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,741 | 0,500 | 0,716 |
| 0,802 | 0,000 | 0,000 | 0,025 | 0,000 | 0,156 | 0,164 |
| 0,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,833 |
| 0,606 | 0,000 | 0,000 | 0,025 | 0,259 | 0,844 | 0,289 |
| 0,394 | 1,000 | 1,000 | 0,978 | 0,741 | 0,156 | 0,711 |
| 1,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,167 |
| 0,198 | 1,000 | 1,000 | 0,978 | 1,000 | 0,844 | 0,837 |
| 0,945 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,259 | 0,500 | 0,284 |
| 0,394 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,741 | 0,156 | 0,715 |
| 1,000 | 0,000 | 0,000 | 0,025 | 0,000 | 0,000 | 0,171 |
| 0,198 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,844 | 0,840 |
| 0,945 | 0,000 | 0,000 | 0,025 | 0,259 | 0,500 | 0,288 |

5 lentelė. Išorinių sprendimo priėmimo sistemos įtakos veiksnių priklausomumo reikšmių matrica

Table 5. Matrix of outward influence dependence circumstances of decision-making system

| Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |
|-------|--------|-------|-------|-------|
| 0,487 | 0,773 | 0,844 | 0,827 | 0,000 |
| 0,995 | 0,995 | 1,000 | 0,988 | 0,000 |
| 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 |
| 0,474 | 0,176 | 0,156 | 0,077 | 0,000 |
| 0,466 | 0,893 | 0,844 | 0,802 | 1,000 |
| 0,993 | 0,999 | 1,000 | 0,983 | 1,000 |
| 0,000 | 0,031 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |
| 0,461 | 0,220 | 0,156 | 0,066 | 1,000 |
| 0,547 | 0,780 | 0,844 | 0,892 | 0,000 |
| 1,000 | 0,996 | 1,000 | 1,000 | 0,000 |
| 0,008 | 0,0001 | 0,000 | 0,019 | 0,000 |
| 0,534 | 0,183 | 0,156 | 0,139 | 0,000 |
| 0,526 | 0,899 | 0,844 | 0,870 | 1,000 |
| 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 1,000 |
| 0,005 | 0,035 | 0,000 | 0,010 | 1,000 |
| 0,521 | 0,227 | 0,156 | 0,125 | 1,000 |

6 lentelė. Pagrindinė sprendimo priėmimo matrica

Table 6. General decision-making matrix

| Variantas | μ_i | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Minimaksiškumas |
|-----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 projekto variantas | 0,712 | 0,487 | 0,712 | 0,712 | 0,712 | 0,000 | 0,000 |
| 2 projekto variantas | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,000 | 0,000 |
| 3 projekto variantas | 0,830 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 4 projekto variantas | 0,285 | 0,285 | 0,176 | 0,156 | 0,077 | 0,000 | 0,000 |
| 5 projekto variantas | 0,716 | 0,466 | 0,716 | 0,716 | 0,716 | 0,716 | 0,466 |
| 6 projekto variantas | 0,164 | 0,164 | 0,164 | 0,164 | 0,164 | 0,164 | 0,164 |
| 7 projekto variantas | 0,833 | 0,000 | 0,031 | 0,000 | 0,000 | 0,833 | 0,000 |
| 8 projekto variantas | 0,289 | 0,289 | 0,220 | 0,156 | 0,066 | 0,289 | 0,066 |
| 9 projekto variantas | 0,711 | 0,547 | 0,711 | 0,711 | 0,711 | 0,000 | 0,000 |
| 10 projekto variantas | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,000 | 0,000 |
| 11 projekto variantas | 0,837 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,019 | 0,000 | 0,000 |
| 12 projekto variantas | 0,284 | 0,284 | 0,183 | 0,156 | 0,139 | 0,000 | 0,000 |
| 13 projekto variantas | 0,715 | 0,526 | 0,715 | 0,715 | 0,715 | 0,715 | 0,526 |
| 14 projekto variantas | 0,171 | 0,171 | 0,171 | 0,171 | 0,171 | 0,171 | 0,171 |
| 15 projekto variantas | 0,840 | 0,005 | 0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,840 | 0,000 |
| 16 projekto variantas | 0,288 | 0,288 | 0,227 | 0,156 | 0,125 | 0,288 | 0,125 |

nė sprendimo priėmimo matrica, kurią sudaro reikšmės, gaunamos išrenkant iš skaičių porų (vidinių įtakos veiksnių priklausomumą charakterizuojančio Laplaso kriterijaus ir išorinių įtakos veiksnių priklausomumo reikšmių) minimalias reikšmes $\mu^*_{ij} = \min(\mu_i, \mu_{ij})$. Sprendimas vyksta minimaksiškumo principu, t. y. iš šių reikšmių išrenkama maksimali reikšmė. Atitinkamai alternatyva, charakterizuojama šios reikšmės, suprantama kaip geriausia. Sprendimas pateikiamas matricos forma (6 lent.).

Skaičiavimai parodė, kad šiuo atveju, atsižvelgiant į keliamus tikslus, iš galimų alternatyvų optimalus variantas yra tryliktas, t. y. šios alternatyvos priklausomumas pagrindinei sprendimų aibei yra didžiausias.

4. Išvados

Modelio pritaikymo sritis – variantų vertinimas, pvz., statybos ir technologinių metodų parinkimas, statybos objektų įvertinimas. Optimalumu laikomos pjūvių aibės, susidedančios iš dviejų kokybės požymių klasių, t. y. vidinių ir išorinių veiksnių, kurie vertinami atitinkamai jų priklausomumo funkcijoms, reikšmės. Ši analizė rodo, kad sisteminiai sprendimai lemia sprendimų kokybės didėjimą, visgi dėl informacijos stokos ir kompleksškumo reikia taikyti matematinius sprendimo priėmimo metodus.

Sisteminis sprendimas – naujas sprendimo būdas statybos srityje, kai, atsižvelgiant į visas statybos fazes (planavimą, projektavimą, vykdymą, naudojimą), pasiekiamas aukštas problemos nagrinėjimo kompleksškumo lygis, kuris efektyviai leidžia keisti sprendimo lankstumą.

Kompetentingai skirstant įtakos veiksnius arba vertinimo parametrus pagal du aspektus (vidinius ir išorinius) įmanoma atskleisti sprendimo užduoties konfliktinę pobūdį.

Uždaviniams, kuriems būdingos konfliktinės situacijos, spręsti taikytini sprendimo modeliai sudaryti remiantis neapibrėžtųjų aibių teorija.

Literatūra

1. E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas. Pastatų sistemotekhninis įvertinimas. V.: Technika, 1996. 280 p.
2. А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. Принятие решений на основе нечетких моделей. Рига: Зинатне, 1990. 184 с.
3. Л. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 171 с.
4. H. J. Zimmermann, J. Angstenberger. Fuzzy Technologien: Prinzipien, Werkzeuge, Potentiale. Düsseldorf, VDI – Verlag GmbH, 1993. 245 S.
5. P. Kortmann. Fuzzy-Modelle zur Systemidentifikation. Ort-

schrittberichte VDI, Reihe 8: Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, 1997. 150 S.

6. H. H. Bothe. Fuzzy Logic. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. 297 S.
7. P. Gaučas, E. K. Zavadskas. Neapibrėžtųjų aibių teorijos taikymas pastatų valdymo sprendimų priėmimo sistemoms // Statyba, VI tomas, Nr. 4. V.: Technika, 2000, p. 237–246.
8. E. K. Zavadskas, F. Peldschus, J. Omran. Mehrzielorientierte Entscheidungen in der bautechnologischen Vorbereitung // 8 Internationaler Kongress industrielles Bauen (IKIB 88) "Funktionsgerechtes und ressourcensparendes Bauen". Sektion 2 (T. 1): Vorbereitung und Durchfuehrung der Bauproduktion. Leipzig, 1988, S. 41–46.
9. K. D. Schwab. Ein auf dem Konzept der unscharfen Mengen basierendes Entscheidungsmodell bei mehrfacher Zielsetzung. TH Aachen, 1983. 177 p.

Itaikta 2001 03 26

VALUATION OF ALTERNATIVES IN NO DEFINITE CIRCUMSTANCES

P. Gaučas, E. K. Zavadskas

Summary

Task of decisions-making in constructing industry becomes more difficult because of rapid technical growth. According to aims, circumstances and opportunity decisions are determined. Disagreement situation arises at this point. Appraising opportunities and influence of circumstances of aims, they are often contradicting each other. In decisions-making practice, many possible results of accepted decisions must be valued. Selecting operations from a lot of alternatives this valuation lead to several criteria employment. In other words, decision must be optimized not with one, but with several objective functions. Expression "trying to reach maximum effect with minimum expense" that often occurs, means making decision by two criteria. But brought up aims often contradict each other. This mean that disagreement situation arises, which is understandable as indefinite [2, 4]. To solve the problem the fuzzy sets theory can be used and a new model can be made. Trying to estimate the aims of conflicts, the circumstances that influence the decision are divided into two groups. The first group – circumstances of inherent influence – defines what a decision-maker must attain (for example, to maximize quality). The second group – circumstances of outward influence – defines what a decision-maker must estimate as a limitation (for example, to minimize price). Dependence between inherent and outward circumstances in this step is formed.

There are no clear limit in fuzzy sets theory between dependence (circumstance 1) and independence (circumstance 0) of elements to definite set. Dependence degree of element x to A set, is described by $\mu_A(x)$ function (1), (2).

The valuation in fuzzy sets theory takes place in three levels. In first level meanings of dependence for inherent circumstances is calculated (1), (2), and matrix is determined (Table 4). According to formula (4) dependence degree of each alternative is calculated. In the second level meanings of dependence for outward circumstances are calculated according the formula (1), (2) and the matrix is filled in (Table 5).

In third level, the results of first two levels are summed. Using operator of minimum general matrix of decision-making is determined (Table 6). Minimax principle makes the decision, and max value is selected from the minimal values.

The received result is optimum, because it is to satisfy aim appraising the conflict. [7] In the paper presented example of possible versions valuation of motorbuses and trucks under construction service in Vilnius district.

This method may be used to make decisions, when the task is of conflict character. Competently distributing circumstances of influence or parameters of valuation by two aspects (inherent and outward) the means of conflict character can be explained and interpretation using described method can be made.

.....
Paulius GAUČAS. Doctoral student. Dept of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: gaucas@hotmail.com.

A graduate of Vilnius Gediminas Technical University. MSc (1997). Research visits to Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany, 1997, 1999). Research interests: new decision-making model of fuzzy sets method.

.....
Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS. Doctor Habil, Professor. Rector of Vilnius Gediminas Technical University. Member of Lithuanian Academy of Sciences. Member of Ukrainian Academy of Technological Cybernetics. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Rector@adm.vtu.lt

In 1973 Dr degree in building structures. Professor at the Dept of Building Technology and Management. In 1987 Dr Habil degree (problems of building technology and management). Research visits to Moscow Civil Engineering Institute, Leipzig and Aachen Higher Technical Schools. He maintains close academic links with the universities of Aalborg (Denmark), Salford and Glamorgan (Great Britain), Poznan University of Technology (Poland), Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany) and Aachen Higher Technical School (Germany). Member of international organisations. Member of steering and programme committees of many international conferences. Member of editorial boards of some research journals. Author of monographs in Lithuanian, English, German and Russian. Research interests: building technology and management, decision-making theory, automation in design, expert systems.