

# METHOD OF PROJECT MULTICRITERIA DECISION SYNTHESIS ON THE BASIS OF DECISION SUCCESS CRITERION

V. Šarka , E. K. Zavadskas & L. Ustinovičius

To cite this article: V. Šarka , E. K. Zavadskas & L. Ustinovičius (2000) METHOD OF PROJECT MULTICRITERIA DECISION SYNTHESIS ON THE BASIS OF DECISION SUCCESS CRITERION, Statyba, 6:3, 193-201, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531586](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531586)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531586>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 70



Citing articles: 1 View citing articles [↗](#)

---

## PROJEKTŲ DAUGIAKRITERINIŲ SPRENDIMŲ SINTEZĖS REMIANTIS PRIIMAMO SPRENDIMO SĖKMĖS KRITERIJUMI METODAS

V. Šarka, E. K. Zavadskas, L. Ustinovičius

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

### 1. Įvadas

Atliekant daugiakriterinį projektavimą dažnai reikia priimti sprendimą analizuojant, sujungiant kelis uždavinius į visumą. Taip yra atliekama kelių tarpusavyje susijusių statybinių uždavinių sintezė, nagrinėjant šiuos pagrindinius klausimus:

- metodas turi būti patogus taikyti ir teikti tikslią bei aiškia informaciją apie galimą priimamą sprendimą;
- reikia sudaryti kaip galima daugiau variantų, kad rezultai būtų tikslesni;
- sintezė – įvairių uždavinių etapinių sprendimų jungimas į bendrą projektą, remiantis ryšio (alternatyvų suderinamumo) lentelėmis.

Minėti teiginiai yra tik dalis daugiakriterinių sprendimų metodus apibūdinančių požymių. Siekiant įvykdyti šiuos bei kitus daugiakriteriniams metodams keliamus reikalavimus [2], siūlomas daugiakriterinių sprendimų sintezės metodas (DSS1). Pirminė idėja bei panašaus daugiakriterinių sprendimų sintezės metodo algoritmas minimi [3]. Tačiau nagrinėjant siūlomą idėją metodo algoritmas buvo patobulintas – sukurtas naujas daugiakriterinių sprendimų sintezės metodas (DSS1). Šis metodas yra pagrįstas priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) kriterijumi, tarpiniuose etapuose yra taikomi du papildomi metodai: artumo idealiajam taškui metodas, aprašytas [1, 4], bei absoliutaus artumo idealiajam taškui metodas (TOP-SIS\_A).

### 2. Pagrindiniai DSS1 metodu sprendžiami klausimai

DSS1 metodo esmė – kelių tarpusavyje susijusių techninių sprendimų, kiekviename etape atrenkant tik po dvi pagal nutylėjimą (arba daugiau, tik metodo naudotojui papildomai nustatčius) geriausias alternatyvas, sintezė. Kiekviename etapo pakopos sprendžiamame mazge paliekamų alternatyvų skaičius  $m_k$  priklauso nuo nagrinėjamo uždavinio svarbumo lygio bei sprendimui pateikiamų alternatyvų skaičiaus, tačiau visais atvejais paliekamų

alternatyvų skaičius  $m_k > 1$ . Jeigu  $m_k = 1$ , tai netikslinga įtraukti šį procesą ar projektą į sintezės DSS1 metodu sprendžiamą uždavinį, kaip turintį vienintelį galimą sprendimo variantą. Jeigu  $m_k > 2$ , tai neracionalių alternatyvų atmetimas atliekamas pastebėjus, kad, palikęs visas alternatyvas, galimas sprendimo eigoje, ir gavęs galutinį rezultatą, naudotojas gauna visą informaciją apie geriausius sistemos siūlomus variantus. Tačiau kartu jis atsiduria ir nepatogioje padėtyje. Trumpai paaiškinsime kodėl. Atliekant sprendimą bet kuriuo daugiakriterinių sprendimų metodu, svarbiausia gautus rezultatus surūšiuoti pagal prioritetinę eilutę ir naudingumo laipsnį. Naudotojui pateikiami pagal santykinio reikšmingumo kriterijus į prioritetinę eilutę išdėstyti visi galimi sprendimo variantai. Atrodytų viskas gerai, galima išsirinkti geriausią iš jų. Tačiau, pa-nagrinėję projektų sintezės kompromiso kompensaciniu modeliu SKK3 metodu gautą rezultatą [5] (7 lentelė), kur sprendimui buvo sudaryta 9900 galimų variantų, matome, kad 10-as pagal gerumą variantas nuo 1-ojo skiriasi tik per 1,05%, todėl nesunkiai galima pastebėti, kad kuo daugiau bus nagrinėjamų pakopų, tuo daugiau bus galimų sprendimo variantų, ir šis skirtumas automatiškai mažės. O tai reiškia, kad iškyla problema, kaip priimti efektyvų, visus tenkinantį sprendimą, kai keli variantai pagal naudingumo laipsnį yra labai arti vienas kito.

Dar vienas argumentas DSS1 metodo naudai buvo pastebėtas nagrinėjant tą patį pavyzdį. Pasirodo, SKK3 metodu sprendžiamame uždavinyje dalinių projektų alternatyvų santykiniai reikšmingumai yra labai skirtingai išsibarstę kiekvienos pakopos viduje. Tai lemia pakopos, turinčios mažiausią alternatyvų santykinio reikšmingumo kriterijų  $K_{bit}$ , išsibarstymą, alternatyvos išsidėsto galutinėje sintezuojamų variantų prioritėtų eilutėje viena šalia kitos iš eilės pagal vidinį šios pakopos alternatyvų prioritėtų išsidėstymą. Taip galima gauti 1, 2, 3 ... m vienas šalia kito esančius sintezuojamus variantus, kurie yra gauti vieną po kitos keičiant tik vienos pakopos alter-

natyvas. Toliau pasikeičia viena ar kelios kitų pakopų alternatyvos ir vėl gali pasikartoti tas pats veiksmas. Jeigu atidžiau peržiūrėsime SKK3 metodu gautus rezultatus [5], tai pastebėsime, kad iš penkių šiame uždavinyje nagrinėjamų pakopų trys, t. y. išorinių sienų, stogų bei langų siūlomos alternatyvos tarp pirmųjų 10 turi tik po vieną alternatyvą, ir tai yra nepatogu sprendimui priimti. Tai yra tiesiog tiksliai SKK3 metodu apskaičiuoti ir pateikti absoliučiai visi galimi variantai, išrinkti pagal santykinį variantų tarpusavio reikšmingumo kriterijų  $K_{bit}$ .

Dar vienas svarbus klausimas buvo išnagrinėtas kuriant šį metodą, tai yra būtinybė kiekvienos pakopos viduje atliekant tarpinius sprendimus nustatyti statybos procesus ar projektus aprašančių alternatyvų absoliutų, o ne santykinį reikšmingumą viena kitos atžvilgiu. Ši problema buvo pastebėta DSS1 metodui taikant priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) kriterijų  $K_{3s}$  ir atlikus šio metodo skaičiuojamuosius eksperimentus. Problemai spręsti buvo pritaikytas artumo idealiajam taškui metodas, įtraukiant į šį metodą kelis papildomus sprendimo elementus, patobulinant sprendimo algoritmą ir suteikiant metodui naują vardą – tai absoliutaus artumo idealiajam taškui metodas.

Autoriai siūlo naudotojui suteikti daugiau laisvės priimant sprendimą, t. y. suteikti galimybę kiekvienoje vykdomo sprendimo pakopoje sprendimo metu atsijoti neracionalius sprendinius, taip neįtraukiant jų į galutinę sintezuojamų variantų prioritetų eilutę. Taigi naudotojui galutiniu sprendimu yra pateikiamas racionalus ir aiškus rezultatas – atsakymas į nagrinėjamą uždavinį, sudarytą iš kelių statybos procesų ar projektų.

### 3. DSS1 metodo modelio struktūra

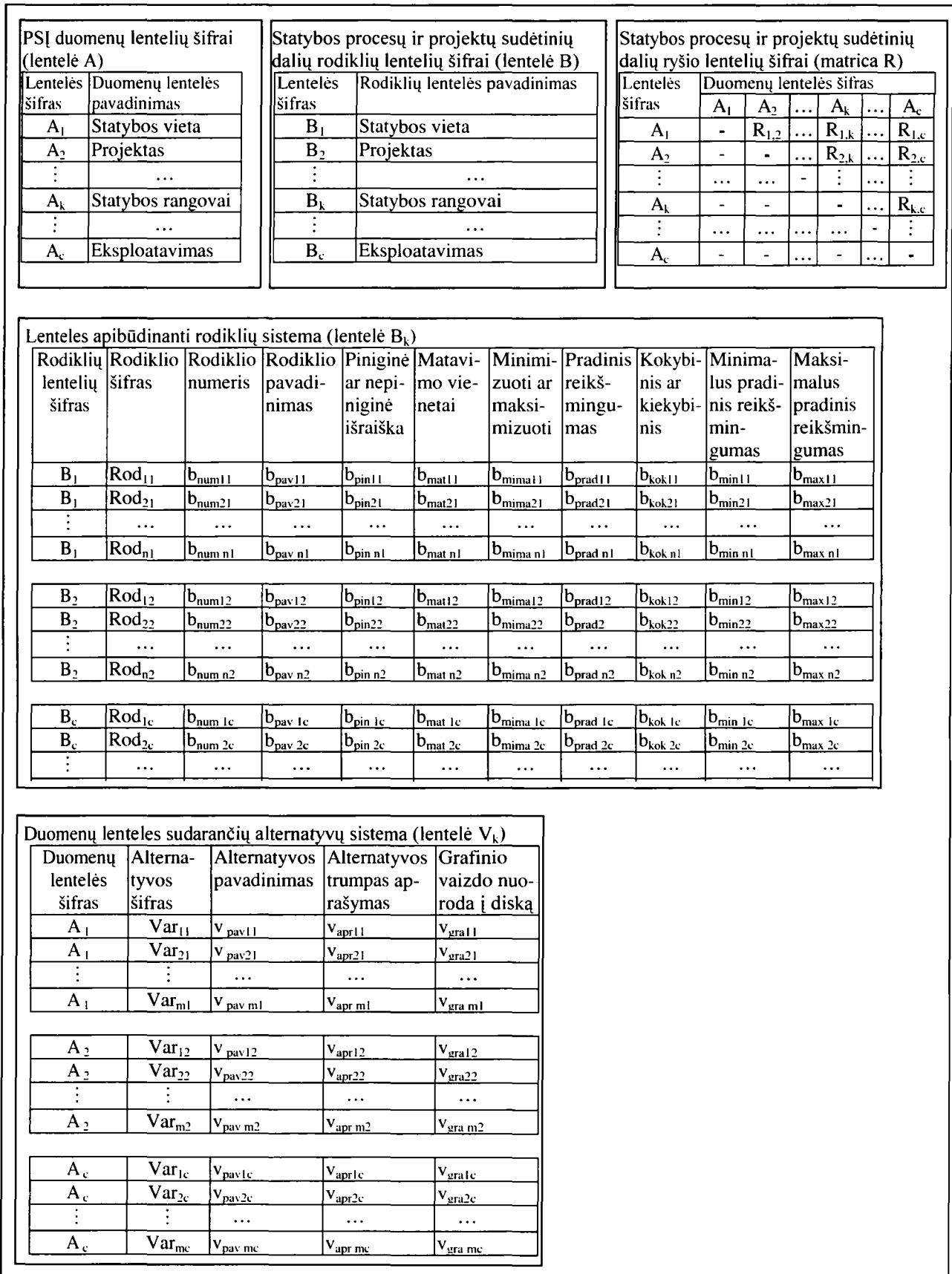
Projektų sintezės sprendimas, remiantis priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) kriterijumi DSS1 metodu, vykdomas 3 etapais, kurių kiekvienas dar skaidomas į smulkesnius veiksmus. I sprendimo etapas yra skirtas pradinė duomenų rinkimui ir duomenų bazės struktūros (DBS) pildymui. DSS1 metodo II etapas skirtas tarpiniams sprendimams priimti. Čia yra nurodomas kiekvienos pakopos tolesniam sprendimui paliekamų alternatyvų skaičius ir atliekamas pradinės alternatyvų prioritetinės eilutės sudarymas, remiantis artumo idealiajam taškui metodo rezultatais. III etapas skirtas daugiakriterinei sprendimų sintezei ir galutinės sintezuojamų variantų prioritetinės eilutės sudarymui.

I sprendimo etapas. Atliekant sprendimą daugiakriterinių sprendimų sintezės metodais, iš nustatytos galimų variantų aibės reikia diskretiškai išrinkti efektyviausią variantą. Diskretinio išrinkimo uždavinį pagal [3, 6] patogiau spręsti matricos pavidalu. Surinkus informaciją apie kiekvieno sprendimo etapo nagrinėjamas alternatyvas, jas apibūdinančius kriterijus, jų reikšmes ir pradinis reikšmingumus, kiekvienam etapui yra sudaromos sprendimų priėmimo matricos. Šalia šių matricių, kaip neatsiejama dalis, yra sudaromos ryšio lentelės, kurios nurodo kiekvieno etapo variantų tarpusavio ryšį su bet kuriuo kito etapo variantu.

Visa ši sprendimui priimti reikalinga informacija yra surenkama, analizuojama, jungiama ir įvedama į autorių siūlomą duomenų bazės struktūrą (1 pav.). Čia reikėtų pažymėti, kad ne visą sprendimui reikalingą informaciją galima gauti elementaria skaitmenine forma iš nagrinėjamus statybos procesus ar projektus apibūdinančios surinktos medžiagos. Užpildžius pradinę duomenų bazę turimomis skaitinėmis reikšmėmis, likusią trūkstantą informaciją (projektus apibūdinančių rodiklių pradiniai reikšmingumai, alternatyvas aprašančių kokybinių rodiklių reikšmės) reikia nustatyti naudojantis ekspertų paslaugomis bei gautą ekspertinę informaciją apdorojant specialiomis matematinėmis priemonėmis (ekspertiniai, porinio palyginimo, entropijos, žaidimų teorijos metodai).

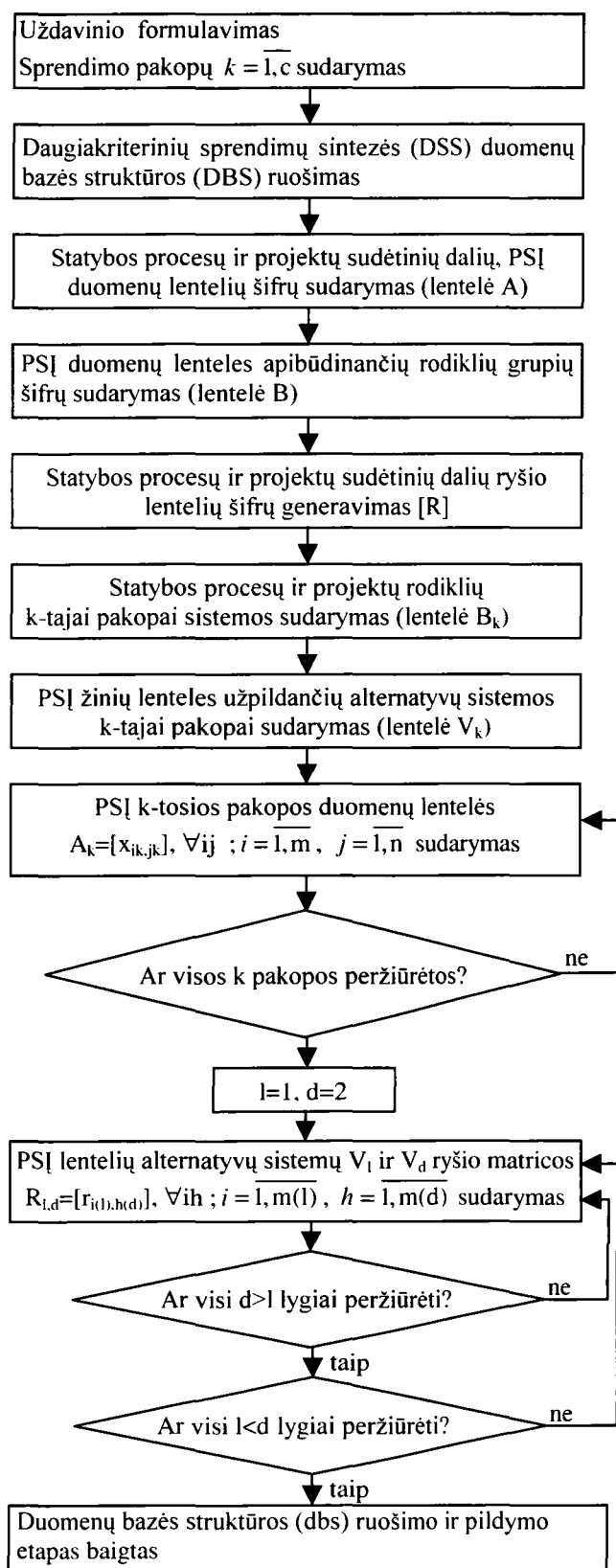
DBS formavimas yra pirmas iš trijų daugiakriterinių sprendimų sintezės metoduose išskiriamų etapų. Pirmasis šio etapo žingsnis yra uždavinio formulavimas ir sprendimo pakopų  $k = \overline{1, c}$  formavimas. Kiekviena pakopa skirta vienai iš statybos procesus ar projektus apibūdinančiai duomenų lentelei, priklausančiai nagrinėjamam uždaviniui. Duomenų bazės struktūros sudarymo etapu yra atliekami šie veiksmai (2 pav.):

- Statybos procesų ir projektų sudėtinių dalių, projektų sistemotechninio įvertinimo (PSI) duomenų lentelių šifrų sudarymas  $k = \overline{1, c}$  sprendimo pakopoms (lentelė A). PSI duomenų lentelės yra aprašomos statybos procesų arba projektų pavadinimais (pvz.,  $A_1$  – statybos vieta,  $A_2$  – projektas, ...,  $A_k$  – statybos rangovai, ...,  $A_c$  – eksploatavimas).
- Statybos procesų ir projektų sudėtinių dalių, apibūdinančių PSI duomenų lenteles, rodiklių grupių šifrų sudarymas  $k = \overline{1, c}$  sprendimo pakopoms (lentelė B), pvz.,  $B_1$  – statybos vieta,  $B_2$  – projektas, ...,  $B_k$  – statybos rangovai, ...,  $B_c$  – eksploatavimas.



1 pav. Statybos procesų ir projektų sprendimo daugiakriterinių sprendimų sintezės metodais pradinė duomenų bazės struktūros (DBS) bendra schema

Fig 1. Primary database scheme for construction processes and project selection



2 pav. Duomenų bazės struktūros kūrimo blokinė schema

Fig 2. Database structure creating block-scheme

- Statybos procesų ir projektų sudėtinių dalių ryšio lentelių šifrų generavimas (matrica [R]). Sudaromi ryšio lentelių tarp atskirų sprendimo pakopų šifrai, pvz., 1 pakopos  $A_1$  – statybos vieta, ryšio lentelių šifrai su kitomis pakopomis, tai:  $r_{12}$  su  $A_2$  – projektas,  $r_{1k}$  su  $A_k$  – statybos rangovai,  $r_{1c}$  su  $A_c$  – eksploatavimas.
- Statybos procesų ir projektų sudėtines dalis aprašančių rodiklių k-tajai pakopai sistemos sudarymas (lentelė  $B_k$ ). Rodiklius aprašančią sistemą sudaro (skliausteliuose 1 rodiklio pavyzdinis įvedimas):  $b_{num11}$  – rodiklio numeris (1);  $b_{pav11}$  – rodiklio pavadinimas (projekto kaina);  $b_{pin11}$  – rodiklis, išreikštas pinigine ar nepinigine išraiška (\$);  $b_{mat11}$  – rodiklį apibūdinantys matavimo vienetai (tūkstančiais Lt);  $b_{mima11}$  – požymis. Rodiklis yra laikomas minimizuojamu, kai mažesnė reikšmė yra geresnė, ir maksimizuojamu, kai didesnė reikšmė yra geresnė. Atsižvelgiant dalyvaujančių priimant sprendimą suinteresuotų grupių siekiamus tikslus, tas pats rodiklis gali būti ir minimizuojamas, ir maksimizuojamas (minimizuojamas –);  $b_{prad11}$  – rodiklio pradinis reikšmingumas. Užpildžius ekspertines formas, apskaičiuojamas ekspertiniais metodais arba paimamas iš analogiškų projektų duomenų bazių (apskaičiuotas – 0,58);  $b_{kok11}$  – požymis, žymintis, ar rodiklis yra kiekybinis (tūkstančiai, metai, decibelai, kilovatai ir kt.), ar kokybinis – balai (kiekybinis);  $b_{min11}$  – rodiklio minimalus pradinis reikšmingumas suteikia galimybę nustatyti žemiausią pradinio reikšmingumo ribą įvedant rodiklį (0,1);  $b_{max11}$  – rodiklio maksimalus pradinis reikšmingumas suteikia galimybę nustatyti aukščiausią pradinio reikšmingumo ribą įvedant rodiklį (10). Paskutiniais dviem požymiais siekiama apsisaugoti nuo galimų klaidingų, per didelių pradinio reikšmingumo reikšmių įvedimo.
- PSĮ duomenų lenteles užpildančių alternatyvų sistemos k-tajai pakopai sudarymas (lentelė  $V_k$ ). Alternatyvas aprašančią sistemą sudaro (skliausteliuose 1 alternatyvos pavyzdinis įvedimas):  $v_{pav11}$  – alternatyvos pavadinimas (projektas 1);  $v_{apr11}$  – trumpas alternatyvos aprašymas (pagal užsakovo pateiktas technines sąlygas suprojektuotas 6 aukštų 312 darbo vietų administracinis pastatas, stačiakampio formos, G/b karkaso, „Reynobond“ sieniniais paneliais);  $v_{gra11}$  – nuoroda į failą, kuriame grafiškai pa-

vaizduota nagrinėjama alternatyva (c:\metodai\ADMIN6\Proj1.JPG). Rekomenduojami JPEG, JPG grafiniai formatai, kaip esantys pakankamo tikslumo minimalaus dydžio.

- PSĮ k-tosios pakopos pagal rodiklių sistemą  $B_k$  duomenų lentelės  $A_k = [x_{ik,jk}]$ ,  $\forall ij; i = 1, m, j = 1, n$  sudarymas. Ji yra sudaroma matricos pavidalo, pakopą sudarančias alternatyvas išdėstant eilutėje, o alternatyvas aprašančius rodiklius – stulpeliuose ( $A_1, A_2, \dots, A_c$ ) (1 lentelė).

1 lentelė. PSĮ k-tojo etapo duomenų lentelė  $A_c$

Table 1. Primary data table of comparable variants

Alternatyvos numeris	Projekto sudėtinių dalių rodikliai					
	Rod <sub>1c</sub>	Rod <sub>2c</sub>	...	Rod <sub>jc</sub>	...	Rod <sub>nc</sub>
Var <sub>1c</sub>	x <sub>1c,1c</sub>	x <sub>1c,2c</sub>	...	x <sub>1c,jc</sub>	...	x <sub>1c,nc</sub>
Var <sub>2c</sub>	x <sub>2c,1c</sub>	x <sub>2c,2c</sub>	...	x <sub>2c,jc</sub>	...	x <sub>2c,nc</sub>
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
Var <sub>ic</sub>	x <sub>ic,1c</sub>	x <sub>ic,2c</sub>	...	x <sub>ic,jc</sub>	...	x <sub>ic,nc</sub>
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
Var <sub>mc</sub>	x <sub>mc,1c</sub>	x <sub>mc,2c</sub>	...	x <sub>mc,jc</sub>	...	x <sub>mc,nc</sub>

- PSĮ lentelių variantų sistemų  $V_i$  ir  $V_d$  ryšio matricos  $R_{i,d} = [r_{i(h),h(d)}]$ ,  $\forall ih; i = 1, m(l), h = 1, m(d), i \neq h$  sudarymas. Šis veiksmas yra skirtas suformuoti tarpusavio ryšiams tarp visų uždavinio sprendimo procese dalyvaujančių atskirų procesų arba projektų alternatyvų. Čia galima atmesti nesuderinamas skirtingų sprendimo pakopų alternatyvas, atsakyti nepageidaujamo, negalimo atskirų konstrukcijų derinio arba atsižvelgti į konkurse dalyvaujančių firmų teikiamus apribojimus jų siūlomai produkcijai. Pavyzdžiui, įrengiant monolitinio karkaso konstrukciją, netinka rangovo siūlomas atlikimo terminas, po kolonomis neekonomiška įrengti juostinius pamatus. Ryšio lentelės pavyzdys pateiktas 2 lentelėje.

2 lentelė. Ryšio tarp II ir c-tojo etapų ( $R_{2,c}$ ) lentelė

Table 2. Relation table structure, for comparative variants

II etapo alternatyvos	c-tojo etapo alternatyvos					
	Var <sub>1(c)</sub>	Var <sub>2(c)</sub>	...	Var <sub>ic(c)</sub>	...	Var <sub>m(c)</sub>
Var <sub>1(2)</sub>	r <sub>12,1c</sub>	r <sub>12,2c</sub>	...	r <sub>12,ic</sub>	...	r <sub>12,mc</sub>
Var <sub>2(2)</sub>	r <sub>22,1c</sub>	r <sub>22,2c</sub>	...	r <sub>22,ic</sub>	...	r <sub>22,mc</sub>
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
Var <sub>i(2)</sub>	r <sub>i2,1c</sub>	r <sub>i2,2c</sub>	...	r <sub>i2,ic</sub>	...	r <sub>i2,mc</sub>
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
Var <sub>m(2)</sub>	r <sub>m2,1c</sub>	r <sub>m2,2c</sub>	...	r <sub>m2,ic</sub>	...	r <sub>m2,mc</sub>

Atlikus visus išnagrinėtus veiksmus, daugiakriterinių sprendimų sintezės (DSS) duomenų bazės struktūros (DBS) ruošimo ir pildymo etapas baigiamas.

II sprendimo etapas (3 pav.) skirtas apdoroti tam tikrus statybos procesus arba projektus apibūdinančias duomenų lenteles (1 lentelė) ir paruošti jas tolesniam sprendimui. Sprendimas vykdomas pakopomis. Tarkime, vykdomame sprendimą k-tajai sprendimo pakopai  $k = 1, c$ ; čia  $c$  yra sprendimo pakopų (duomenų lentelių) skaičius. Kiekviena pakopa atspindi sistemos veiksmus su viena šiai pakopai skirta pagrindine duomenų lentele ( $A_k$ ) bei pagalbinėmis lentelėmis, tokiomis kaip ekspertinio įvertinimo, porinio palyginimo. Šių metodų aprašymą galima rasti [1, 3] literatūroje.

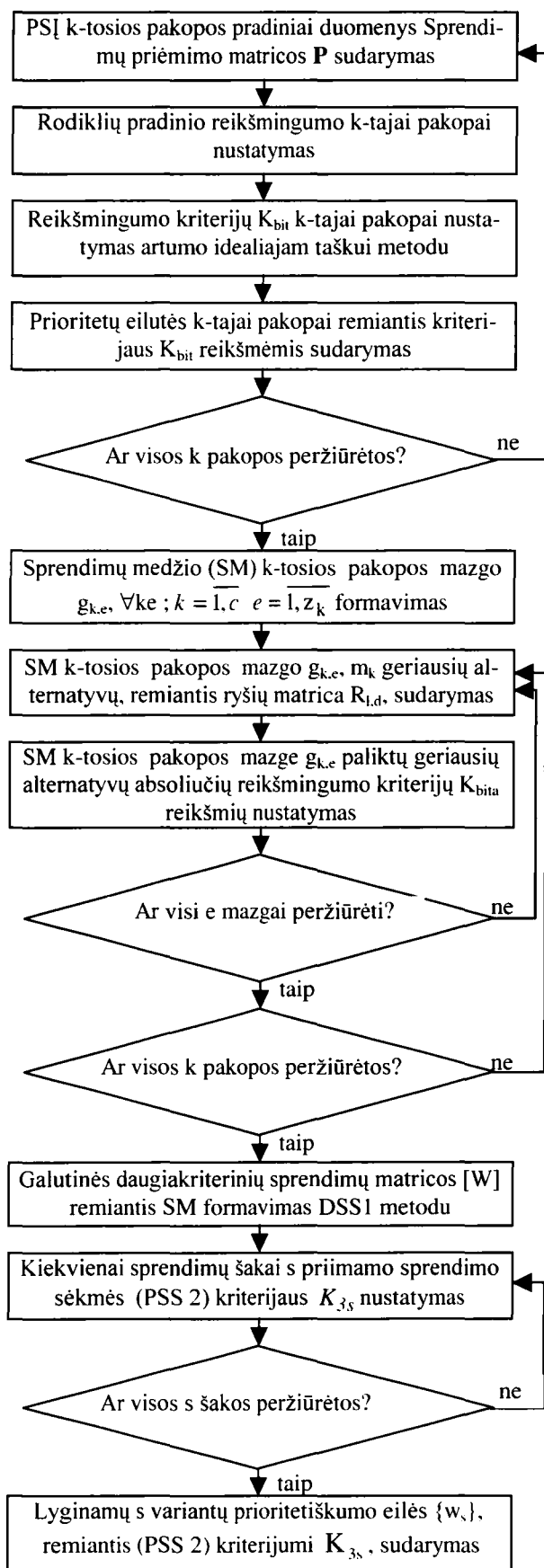
II sprendimo etapas susideda iš šių veiksmų, tai:

- PSĮ k-tosios pakopos pradinių duomenų peržiūrėjimas ir sprendimų priėmimo matricos [P], remiantis PSĮ duomenų lentele  $A_k$ , sudarymas.
- Rodiklių pradinio reikšmingumo k-tajai pakopai nustatymas. Pradiniams rodiklių reikšmingumams nustatyti siūloma taikyti ekspertinį arba porinio palyginimo pradinio reikšmingumo nustatymo metodus.
- Alternatyvų santykinio reikšmingumo kriterijų  $K_{bit}$  eilė k-tajai pakopai nustatoma artumo idealiajam taškui metodu. Norint bendram darbui sujungti tik mazge  $g_{k,e}$  paliekamų  $m_k$  geriausių alternatyvų skaičių, reikia sudaryti pagal santykinio reikšmingumo kriterijus  $K_{bit}$  nustatytą pradinę alternatyvų prioritetų eilutę.
- Pradinės prioritetų eilutės k-tajai pakopai remiantis alternatyvų santykinio reikšmingumo  $K_{bit}$  kriterijais sudarymas. Sudaroma santykinė alternatyvų prioritetiškumo eilė k-tajai pakopai:

$$\{a_k\} = \{a_5 > a_2 > a_m > \dots > a_i > \dots > a_7\}.$$

Sudarius santykinę alternatyvų prioritetiškumo eilutes visoms  $k = 1, c$  pakopoms,  $c$  yra sprendimo pakopų skaičius, ir II etapo darbas yra baigiamas.

III sprendimo etapas. Vykdoma daugiakriterinė variantų sintezė. Sprendimas taip pat vykdomas pakopomis. Kaip papildomas sprendimo elementas, kiekviena  $k$  pakopa yra sudaroma iš tam tikro skaičiaus  $z_k$  mazgų. Kiekviename šio etapo k-tosios pakopos sprendžiamame  $z_k$  mazge yra paliekamas naudotojo nustatytas  $m_k$  alternatyvų skaičius, tačiau, kaip jau buvo minėta,  $m_k > 1$  ir  $m_k \leq m$ . Vykdamas sprendimą k-tosios pakopos mazguose, sistema,



3 pav. Projektų sintezės DSS1 metodo blokinė schema

Fig 3. Block-scheme of the multicriteria project synthesis method DSS1

remdamasi ryšių matricą  $R_{1,d}$  (2 lentelė) ir anksčiau sprendimo metu nagrinėtų pakopų nuo 1 iki k-1 duomenimis bei sprendimo metu k-tojoje pakopoje paliekamų  $m_k$  alternatyvų, atlieka visų galimų k-tojoje pakopoje palikti alternatyvų analizę ir išrenka racionaliausias  $m_k$  alternatyvas tolesniam sprendimui. Kartu atliekama paliekamų alternatyvų sintezė ir yra sudaromas sprendimų medis (SM) (4 pav.) taip gaunant s galimų sprendimo variantų. Galutinėje sprendimo stadijoje suformuojami SM variantai  $w_s, s = \overline{1, z_c}$ , yra nustatomos gautų variantų priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) [1] kriterijų  $K_{3s}$  reikšmės. Remiantis kriterijaus  $K_{3s}$  reikšmėmis, sintezuojami variantai yra išrikiuojami į prioritetinę eilutę. Toliau detaliau bus apžvelgiami šiame etape vykdomų veiksmų ypatumai:

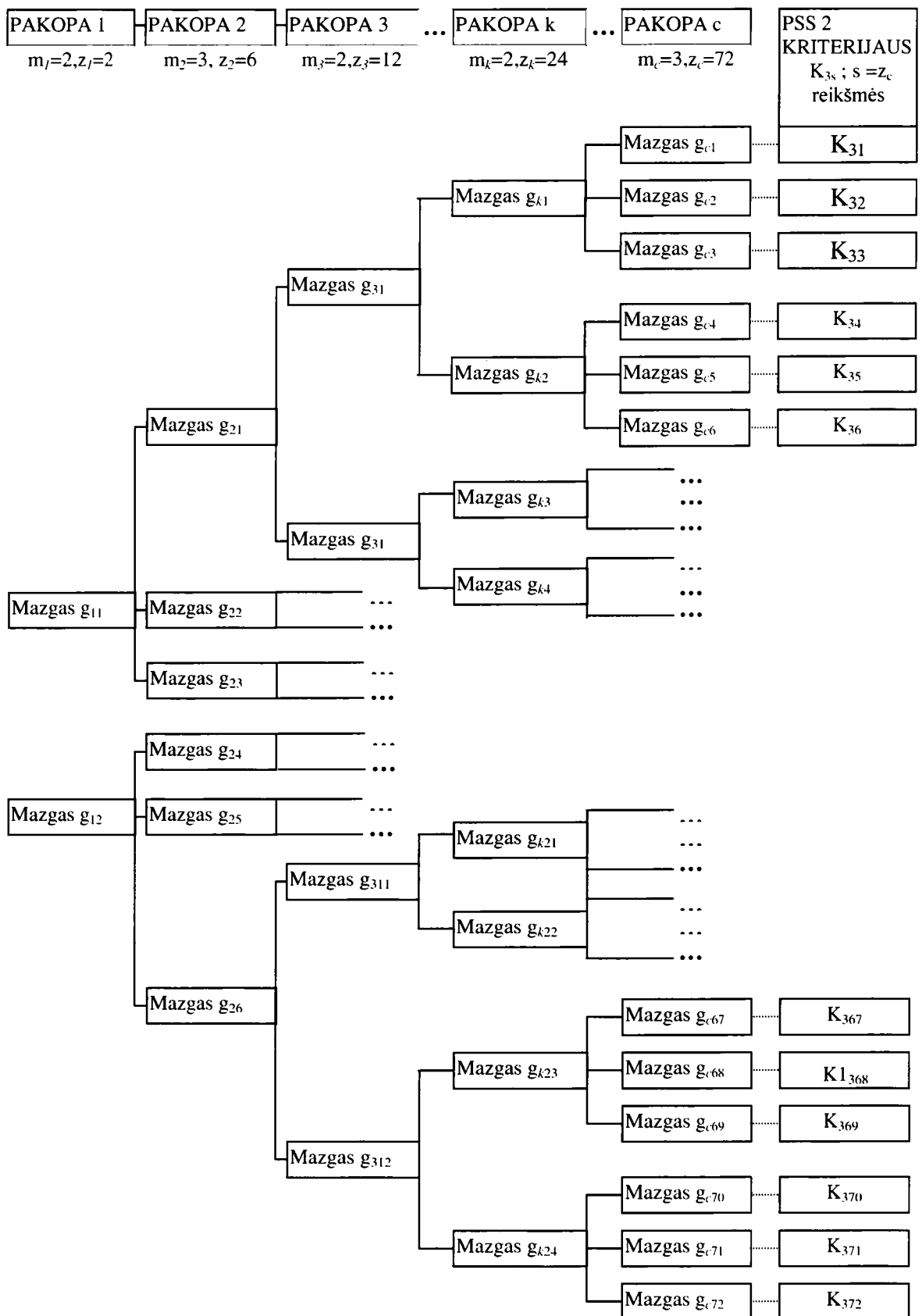
- Sprendimų medžio (SM) k-tosios pakopos  $g_{k,e}$  mazgo formavimas; čia  $z_k$  yra k-tosios pakopos mazgų skaičius, nustatomas pagal formulę (1):

$$z_k = (z_{k-1} * m_k); \forall k, k = \overline{2, c}, z_1 = m_1. \quad (1)$$

Bendras sprendime dalyvaujančių sudaromų mazgų skaičius  $z$  nustatomas pagal formulę (2):

$$z = \sum_{k=1}^c z_k. \quad (2)$$

- SM k-tosios pakopos  $g_{k,e}$  mazgo variantų, išrinktų iš nurodyto kiekio nagrinėjamos k-tosios pakopos  $m_k$  geriausių alternatyvų, remiantis ryšių matrica  $R_{1,d}$ , sudarymas. Čia vyksta dviejų arba daugiau naudotojo nurodytų geriausių alternatyvų atranka. Ji vykdoma iš  $i$  alternatyvų  $i = \overline{1, m}$ ; čia  $m$  yra k-tosios pakopos alternatyvų skaičius pagal  $j$  šias alternatyvas apibūdinančių kriterijų  $j = \overline{1, n}$ ; čia  $n$  yra k-tosios pakopos alternatyvas apibūdinančių kriterijų skaičius.
- SM k-tosios pakopos  $g_{k,e}$  mazge paliktų geriausių alternatyvų absoliučių reikšmingumo kriterijų  $K_{bita}$  nustatymas, remiantis autorių siūlomu absoliutaus artumo idealiajam taškui metodu. Panagrinėjus kelis daugiakriterinių sprendimų metodus [1, 2, 3] ir šiais metodais išspręstų uždavinių rezultatus, paaiškėjo, kad gaunami rezultatai yra santykiniai, t. y. alternatyvų prioritetines eilutes lemiantys įvairiaisiais metodais gaunami šių alternatyvų reikšmingumai yra santykiniai, apibrėžiantys ir leidžiantys nustatyti tik nagrinėjamų alternatyvų vietą viena kitos atžvilgiu.



4 pav. DSS1 metodo sprendimų medžio (SM) struktūros fragmentas (pakopų skaičius  $c=5$ )

Fig 4. Fragment of decision tree formation structure with multicriteria project synthesis method DSS1



To pakanka sprendimą atliekant vienos pakopos lygyje atskirai, kai yra nustatoma nagrinėjamų alternatyvų prioritentinė eilutė. Tačiau sintezuojant kelių pakopų alternatyvas, jungiant jas į bendrą vientisą uždavinį, to nepakanka, nes čia jau reikia tikslumo nustatant alternatyvų reikšmingumo kriterijus. Dėl to buvo ieškoma būdų, kaip nustatyti nagrinėjamų alternatyvų absoliučias tarpusavio reikšmingumo reikšmes. Atlikus skaičiuojamuosius eksperimentinius tyrimus buvo nustatyta, kad kiekvienoje k pakopoje atrinkus  $m_k$  alternatyvas, prieš vykdant galutinę sprendimo sintezę reikia atlikti specialius skaičiavimus. Šiuo tikslu ir buvo pritaikytas siūlomas absoliutaus artumo idealiajam taškui metodas.

- Atlikus papildomus perskaičiavimus ir nustatius visų SM k-tosios pakopos  $g_{k,e}$  mazge paliekamų alternatyvų absoliučius tarpusavio ryšius  $K_{bita}$ , yra pereinama prie kitos k pakopos, kartu sintezuojant gretimų, prieš tai nuo 1 iki k nagrinėtų pakopų mazgus. Sinezė jungiant nagrinėjamose pakopose paliktas alternatyvas į bendrus sprendinius, atliekama naudojantis ryšio lentelėmis, atsižvelgiant į tai, kurios alternatyvos buvo išrinktos tame etape, taip pat derinant prieš tai buvusius etapus, jeigu tai yra ne I sprendimo etapas, t. y. kiekvienam paliktam mazgui (alternatyvai) per ryšių lenteles  $R_{l,d}$  yra generuojama s sprendimų šaka; čia  $l = \overline{1, k-1}$  ir  $d = \overline{2, k}$  yra generuojami numeriai pakopų, kurioms yra konkrečiai sudaryta ryšių lentelė, prijungiant kito etapo dvi geriausias alternatyvas automatiškai arba pagal naudotojo nurodytą paliekamą geriausių alternatyvų kiekį. Taip yra galutinai suformuojamas sprendimo medis (SM) (4 pav.).
- Galutinės, daugiakriterinių sprendimų sintezės DSS1 metodo sprendimų priėmimo matricos  $W = [w_{s,k}]$ ,  $\forall sk; s = \overline{1, z_c}, k = \overline{1, c}$ , remiantis SM, formavimas. Čia pagal SM šakas  $s = \overline{1, z_c}$  yra suformuojama galutinė sprendimo priėmimo matrica [W]. Šios matricos kiekviena s eilutė atspindi sintezės metodu į bendrą sistemą sujungtų, iš  $k = \overline{1, c}$  pakopose nagrinėjamų atskirų statybos procesų ar projektų racionaliausių alternatyvų sudarytą galutiniam sprendimui paruoštą sintezės variantą.
- Kiekvienai sprendimų atšakai  $s = \overline{1, z_c}$  priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) kriterijaus  $K_{3s}$  nustatymas pagal formulę (3) [1]:

$$K_{3s} = \max \prod_{k=1}^c w_{s,k}; \forall sk; s = \overline{1, z_c}, k = \overline{1, c} \quad (3)$$

čia s – sintezuojamų viso sprendimo medžio šakų skaičius. Atliekama variantų sintezė pagal  $K_{3s}$  kriterijų, kur laukiamas rezultatas  $\{w_s\} \in W$ .

- SM k-tosios pakopos  $g_{k,e}$  mazgo variantų iš nurodyto skaičiaus nagrinėjamų k-tosios pakopos  $m_k$  geriausių alternatyvų, remiantis ryšių matrica  $R_{l,d}$ , sudarymas. Čia vyksta dviejų arba daugiau naudotojo nurodytų geriausių alternatyvų atranka. Ji vykdoma iš i alternatyvų  $i = \overline{1, m}$ ; čia m yra k-tosios pakopos alternatyvų skaičius, pagal j šias alternatyvas apibūdinančių kriterijų  $j = \overline{1, n}$ ; čia n yra k-tosios pakopos alternatyvas apibūdinančių kriterijų skaičius.
- Lyginamų s variantų prioritetiškumo eilės  $\{w_s\}$ , remiantis (PSS 2) kriterijumi  $K_{3s}$ , sudarymas. Remiantis sąlyga, kad geriausias variantas  $w_s, s = \overline{1, z_c}$  yra tas, kurio kriterijaus  $K_{3s}$  reikšmė yra didžiausia, ir suskaičiuotomis  $K_{3s}$  reikšmėmis, yra sudaroma galutinė prioritėtų eilutė (4):

$$\{\overline{w_s}\} = \{w_1 \succ w_2 \succ w_3 \succ \dots \succ w_s \succ \dots \succ w_{z_c}\}, \quad (4)$$

čia  $z_c$  – šakų, variantų atliekant sintezę skaičius. Sprendimų medžio (SM) kiekvienos s atšakos priimamo sprendimo sėkmės  $K_{3s}$  kriterijaus medžio fragmentas parodytas (4 pav.)

#### 4. Išvados

Apibendrinant aprašytą projektų sintezės, remiantis priimamo sprendimo sėkmės (PSS2) kriterijumi, metoda, (DSS1) galima teigti, kad jis yra skirtas dideliems projektams, apibūdinamiems įvairiais uždaviniais su skirtingomis rodiklių sistemomis bei alternatyvas aprašančiomis ryšio lentelėmis, įvertinti. Metodas yra nesudėtingas ir sudarytas iš tokių pagrindinių elementų, tai:

- Bendros duomenų bazės struktūra (DBS). Ji yra pakankamai paprasta užpildyti ir naudoti, skaičiavimams atlikti. Kartu ši struktūra apima visą informaciją, kurios reikia sprendimui priimti, atskiras sprendimo pakopas sudarančias alternatyvas, šias alternatyvas išreiškiančių rodiklių sistemas bei suderinamumo (ryšio) lentelių aprašymus ir duomenis, vykdant daugiapakopį sprendimą.

- Pagalbiniai metodai atskirų nagrinėjamų sprendimo pakopų rodiklių pradiniam reikšmingumams nusta-

tyti. Galima taikyti ekspertinio [1, 3], porinio palyginimo, entropijos, rodiklių reikšmingumo nustatymo pagal jų dydžių nuostolį [1] ir kitus metodus. Autoriai šiam tikslui prie DSS1 metodo siūlo taikyti ekspertinio ar porinio palyginimo metodus. Abiejų metodų taikymas skaičiavimams yra nesudėtingas. Galbūt tik porinio palyginimo metodu atliekant sprendimą reikia pateikti kiek įmanoma daugiau ekspertų įvertinimų. Tačiau šiuo atveju, turint daug duomenų įvertinimui, gaunamas labai patikimas rezultatas su rekomendacijomis, o tai ir yra pagrindinis tikslas sprendimą atliekant bet koku metodu.

- DSS1 metodui yra taikomas literatūros šaltiniuose [1, 2, 4] plačiai aprašomas ir rekomenduojamas artumo idealiajam taškui metodas dėl šiuo metodu gaunamų patikimų rezultatų. Čia yra nustatomas alternatyvų santykinės tarpusavio reikšmingumo kriterijaus  $K_{bit}$  reikšmės. Dėl to rezultatai, gaunami taikant DSS1 metodą, taip pat yra patikimi.

- Taikant DSS1 metodą skaičiavimas yra atliekamas pakopomis, kurioms sujungti į bendrą sistemą yra naudojami teoriškai ir praktiškai išbandyti sprendimo elementai, tai yra sintezuojamų variantų priimamo sprendimo sėkmės (PSS 2) [1] kriterijų  $K_{3S}$  reikšmės.

- Atlikus DSS1 metodo kūrimo metu gaunamų rezultatų išsamią analizę, buvo įvestas nagrinėjamų alternatyvų absoliutaus tarpusavio reikšmingumo terminas. Tam tikslui buvo patobulintas artumo idealiajam taškui metodas ir sukurta šio metodo absoliutaus artumo idealiajam taškui modifikacija.

- Pritaikius daugiakriterinių sprendimų sintezės metodą (DSS1) praktikoje, buvo parinkti efektyviausi konstrukciniai elementai (pastato karkasas, stiklo pertvaros ir automatinės durys, vėdinimo ir kondicionavimo sistema, pastato fasado apdaila) ir statybos procesai (projektavimas ir rangovo parinkimas) 6 aukštų administraciniam pastatui Vilniuje.

## Literatūra

1. E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas. Pastatų sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika, 1996. 280 p.
2. C. L. Hawang, K. Yoon: Multiple attribute decision making – methods and applications, a state-of-the-art survey. Berlin: Springer Verlag, 1981.
3. Э. К. Завадскас. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Ленинград: Стройиздат, 1991. 257 с.
4. K. Yoon and C. L. Hwang. TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) – a multiple attribute decision making, w: Multiple attribute decision mak-

ing – methods and applications, a state-of-the-art survey. Berlin: Springer Verlag, 1981, p. 128–140.

5. V. Šarka, L. Ustinovičius, E. K. Zavadskas. Projektų sintezė naudojant kompromiso kompensacinius modelius statyboje // Statyba, V t., Nr. 6, Vilnius: Technika, 1999, p. 374–385.
6. Э. К. Завадскас. Многоцелевая селектования технологических решений строительного производства (Теоретические основы). Вильнюс, 1989. 156 с.

Įteikta 2000 05 30

## METHOD OF PROJECT MULTICRITERIA DECISION SYNTHESIS ON THE BASIS OF DECISION SUCCESS CRITERION

V. Šarka, E. K. Zavadskas, L. Ustinovičius

### Summary

Method of project multicriteria decision synthesis with decision success criterion is used for realisation of construction projects which require a proper analysis of constituent parts in close relationship of components. Scheme of this method is presented in Fig 3.

Multicriteria decision project may be divided into several interrelated building processes and smaller projects. On every level of the whole project, the decision of closeness to ideal solution method is made and, on the basis of the obtained results, several alternatives are chosen.

On every separate level, a number of alternatives is selected by the method user. It depends on complexity of the project and on requirements of interested parties.

At the last decision stage, there is performed a synthesis using the chosen alternatives and relying on their interrelations.

During decision process on the intermediate stages, having eliminated irrational alternatives, effective and precise results are achieved.

The developed multicriteria decision synthesis method is one of the elements of the newly created group of multicriteria decision methods.

Using this method algorithm, software is prepared that entirely manages the whole decision process from database filling to calculation and result processing.

---

**Vaidotas ŠARKA**, PhD student. Department of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: TVSA@Bite.lt

A graduate of Vilnius Technical University (1993). Author of 6 publications. Research interests: decision-support systems in construction, technology and organisation of building, computing technology, with the purpose of creating automated system – decision-support system, with integrated multicriteria synthesis methods, in construction.

---

**Leonas USTINOVICIUS**, Doctor, Associate Professor. Department of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: aldonal@st.vtu.lt

Research interests: multipurpose selectonovation in the construction of technological decisions. He is also interested in automated systems, improvement of project quality. Author of 70 research articles.