

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS
VERSLO KATEDRA

STUDIJŲ PROGRAMA - VERSLO VYSTYMAS

Magistranto Erniaus Karolio Kapačinsko
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

OPTINIŲ KOMPONENTŲ TIEKĖJO PASIRINKIMĄ LEMIANČIŲ KRITERIJŲ FOTONIKOS INDUSTRIJOS ORGANIZACIJOSE VERTINIMAS, NAUDOJANT DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO METODUS	ASSESSMENT OF THE DETERMINING CRITERIA FOR OPTICAL COMPONENTS SUPPLIER SELECTION IN PHOTONICS' INDUSTRY ORGANIZATIONS USING MULTICRITERIA DECISION-MAKING METHODS
---	--

Darbo vadovas Doc. dr. Aurelija Ulbinaitė

Turinys

Lentelių sąrašas.....	4
Paveikslų sąrašas.....	7
ĮVADAS.....	8
1. TIEKĖJŲ PASIRINKIMO VERSO ORGANIZACIJOSE TEORINIAI ASPEKTAI.....	11
1.1. Pirkimo etapai ir tipai.....	11
1.2. Tiekėjo atrankos procesas	13
1.3. Tiekėjų vertinimo metodai	15
2. TIEKĖJŲ PASIRINKIMĄ AUKŠTŲJŲ TECHNOLOGIJŲ INDUSTRIJOSE LEMIANTYS KRITERIJAI.....	22
2.1. Tiekėjų pasirinkimo specifika puslaidininkių (angl. <i>Semiconductors</i>) industrijoje.....	22
2.2. Tiekėjų pasirinkimo specifika gynybos ir astronautikos (angl. <i>Defense and Aerospace</i>) industrijoje.....	29
2.3. Tiekėjų pasirinkimo specifika šviesos diodų (angl. <i>Light emitting diodes</i>) industrijoje.....	33
2.4. Tiekėjo pasirinkimo kriterijų aukštųjų technologijų industrijoje apibendrinimas.....	36
3. TYRIMO METODOLOGIJA.....	42
3.1. Tyrimo struktūra.....	42
3.2. Interviu eigos scenarijus.....	50
3.3. Porinio palyginimo apklausos scenarijus	51
4. TYRIMŲ REZULTATAI IR APTARIMAS.....	54
4.1. Pusiaus struktūruotas ekspertų interviu	54
4.2. Anketinė ekspertų apklausa.....	65
4.2.1. Ekspertų vertinimo rezultatai ir jų patikimumas.....	66
4.2.2. Ekspertų atstovaujamų bendrovių pasirinkimo kriterijai.....	72
4.2.3. Kriterijų svarba skirtingų tipų fotonikos bendrovėse.....	75
4.3. Interviu ir anketinės apklausos rezultatų apibendrinimas	77

4.4. Fotonikos industrijos kriterijų palyginimas su kitų aukštųjų technologijų industrijomis...	79
4.5. Praktinis rezultatų pritaikymas.....	81
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	87
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	89
PRIEDAI.....	96
1 Priedas. Lietuvos lazerininkų bendruomenė	96
2 Priedas. Optinių komponentų tiekimas fotonikos industrijoje.....	97
3 Priedas. Pusiau struktūruoto interviu klausimynas	98
4a Priedas. Kriterijų svarbos skalė – lietuvių kalbą	99
4b Priedas. Kriterijų svarbos skalė – anglų kalba	100
5a Priedas. Porinio paliginimo skalė.....	101
5b Priedas. Porinio paliginimo skalė – anglų kalba	103
6 Priedas. AHP-OS įrankio naudojimosi instrukcija Lietuvių kalba.....	105
7 priedas. Pirminė vertinimo skalė.....	108
8 Priedas. Pirminių interviu metu nustatyti prioritetai	109
9 Priedas. Kriterijų reitingavimas remiantis AHP metodu rezultatai	110
10 Priedas. Kriterijų reitingavimo savarankišku reitingavimu (EV) rezultatai.....	111
11 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų savarankiško ir AHP reitingavimo sutaptis).....	112
12 Priedas. Kendalo W koeficientas, pagal CR tikslumo grupes (AHP reitingas).....	117
13 Priedas. Kendalo W koeficientas, pagal CR tikslumo grupes (savarankiško reitingavimo reitingai)	118
14 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų porų sutaptis, AHP).....	119
15 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų porų sutaptis, savarankiško reitingavimo).....	121
16 Priedas. Kendalo W koeficientas, priklausomai nuo bendrovės tipo (AHP reitingas).....	123

17 Priedas. Kendalo W koeficientas, priklausomai nuo bendrovės tipo (savarankiškas reitingavimas).....	124
18 Priedas. Apklausos forma.....	125

Lentelių sąrašas

1 Lentelė. Pirkimo tipai pagal Bunn (1993)

2 Lentelė. Tiekėjų atrankos vertinimo metodai 2000-2018 metais – panaudojimo dažnumas ir publikacijų skaičius

3 Lentelė. AHP privalumai ir trūkumai

4 Lentelė. AHP vertinimo skalė

5 Lentelė. Silicio plokštelių tiekėjo atrankos kriterijai

6 Lentelė. Silicio plokštelių kokybės patikros teikėjo atrankos priklausomų dimensijų svoris ir svarba

7 Lentelė. Tiekėjų vertinimo kriterijai Turkijos gynybos organizacijose

8 Lentelė. Tiekėjų vertinimo kriterijai Turkijos gynybos tyrimų institute

9 Lentelė. Kokybės standartai gynybos ir astronautikos industrijoje

10 Lentelė. Tiekėjų atrankos kriterijai ir subkriterijai LED industrijoje

11 Lentelė. Nagrinėtoje literatūroje dažniausiai paminėtų tiekėjų atrankos kriterijų sąrašas

12a Lentelė. Pusiaus struktūruoto interviu klausimynas

12b Lentelė. Papildomi tyrimo klausimai

13 Lentelė. Porinio palyginimo skalė

14 Lentelė. Kriterijų svarbos skalė

15 Lentelė. Pusiaus struktūruoto ekspertų interviu ekspertų patirtis ir interviu trukmė

16 Lentelė. Kainos kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

17 Lentelė. Kokybės kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

18 Lentelė. Pristatymo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

19 Lentelė. Aptarnavimo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

20 Lentelė. Lankstumo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

- 21 Lentelė.** Kiti svarbūs kriterijai ir įžvalgos
- 22 Lentelė.** Ekspertų savarankiškai įvardinti kriterijai
- 23 a Lentelė.** Sprendimą pirkti priimančios žmonės
- 23 b Lentelė.** Sprendime pirkti dalyvaujantys ir sprendimą priimančios žmonės.
- 24 Lentelė.** Ekspertų profiliai (pozicijos, rolės), valstybė, patirtis
- 25 Lentelė.** Ekspertų atsakymų sutaptis, atsakymų pastovumas.
- 26 Lentelė.** Papildomas ekspertų žymėjimas pagal sutapties koeficiento reikšmes
- 27 Lentelė.** Viršyto CR priežastys ir pasiūlymai kaip to išvengti ateities tyrimuose
- 28 a Lentelė.** Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (visi ekspertai (14))
- 28 b Lentelė.** Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (tik sąlyginio tikslumo ($CR < 21\%$) ir tiksliausiu ($CR \leq 10\%$) ekspertų (11))
- 28 c Lentelė.** Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (tik patys tiksliausi ($CR \leq 10\%$) ekspertai (7))
- 29 Lentelė.** Papildomas ekspertų žymėjimas parodantis atsakymų pastovumo lygį
- 30 Lentelė.** Ekspertų grupių Kendal'o W sutarimo koeficientai reitinguojant kriterijus skirtingais metodais
- 31 Lentelė.** Ekspertų atstovaujama bendrovių tipai
- 32 Lentelė.** Ekspertų porų vertinimai (reitingas ir kriterijaus svoris)
- 33 Lentelė.** Ekspertų sutaptis (Spirmano koeficientas) poroje
- 34 Lentelė.** Ekspertų grupių sutarimas priklausomai nuo bendrovės veiklos srities
- 35 Lentelė.** Interviu ir apklausos rezultatų palyginimas
- 36 Lentelė.** Autoriaus rekomendacijos kriterijams
- 37 a Lentelė.** Tiekėjų reitingavimas AHP metodu pagal aptarnavimą
- 37 b Lentelė.** Tiekėjų reitingavimo pagal aptarnavimą rezultatai

38 a Lentelė. Tiekėjų reitingavimas AHP metodu pagal lankstumą

38 b Lentelė. Tiekėjų reitingavimo pagal lankstumą rezultatai

39 Lentelė. Tiekėjų reitingavimo pagal kokybinius kriterijus rezultatai

Paveikslų sąrašas

1 Paveikslas. Pagrindiniai pirkimo etapai

2 Paveikslas. Tiekėjų atrankos procesas

3 Paveikslas. 4 sprendimo priėmimo žingsniai taikant AHP metodą

4 Paveikslas. AHP metodo variacija „7M“

5 Paveikslas. Publikacijų, kuriose buvo aprašomi atlikti tyrimai remiantis AHP metodika skaičius 1994-2022 metais

6 Paveikslas. Strateginį tiekėjo pasirinkimą įtakančių veiksnių tarpusavio ryšiai

7a Paveikslas. Fotolitografinės įrangos tiekėjo veiklos vertinimo struktūra

7b Paveikslas. Fotolitografinės įrangos tiekėjo įrangos vertinimo struktūra

8 Paveikslas. Tiekėjų portfelio matrica

9 Paveikslas. Silicio plokštelių kokybės patikros teikėjo atrankos dimensijos)

10 Paveikslas. Pirkėjo pasitenkinimas pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiuose santykiuose

11 Paveikslas. Supaprastinta tiekimo grandinė LED industrijoje

12 Paveikslas. Loginė tyrimo eigos seka

13 Paveikslas. Kriterijų svoris priklausomai nuo bendrovės tipo ir viso fotonikos sektoriaus vertinimai.

14 Paveikslas. Tiekėjų pasirinkimo modelio principinė schema

ĮVADAS

Pirmieji tiekėjo pasirinkimo tyrimai buvo atliekami dar 1966 metais. Dickson (1966) identifikavo per 20 kriterijų, tokių kaip kokybė, pristatymas, veiklos istorija, garantijos ir pretenzijų politika, gamybinės patalpos ir pajėgumai, kaina, techniniai pajėgumai, finansinė padėtis. Tiekimo grandines tiriantys autoriai (Akkermans ir kt., 2018; Isaksson ir kt., 2016) teigia, jog aukštųjų technologijų bendrovės turi nuolat kintamas, o dažniausiai ir sudėtingas tiekimo grandines.

Darbo aktualumas:

Fotonika yra laikoma viena pagrindinių įgalinančių technologijų (angl. *Key enabling technology*) (E. Willner ir kt., 2012). Iš 4842 fotonikos industrijos organizacijų, gaminančių komponentus įvairiose tiekimo grandinės etapuose, yra labai daug (71%) smulkių organizacijų (mažų-vidutinių verslų), tačiau 73% visos industrijos apyvartos yra priskiriama vos 2% organizacijų (SPIE, 2022).

Remiantis Ekonominės veiklos rūšių klasifikatoriumi, Lietuvoje fotonikos bendrovių veikloje paprastai naudojamas EVRK 26.70 kodas, apimantis tiek optinių komponentų gamybą, tiek galutinių lazerinių įrenginių gamybą (oficialiosios statistikos portalas, 2024), tačiau ne visos valstybės taip nuosekliai seka šios industrijos ekonominius rodiklius (SPIE, 2022), o tai tik rodo, kokia ši industrija svarbi Lietuvai.

Lietuvoje šios industrijos oficiali komercijos pradžia dažniausiai laikoma 1983 metais, kuomet buvo įsteigta pirmoji komercinė bendrovė gaminanti lazerius. Praėjus vos 40 metų Lietuvoje yra apie 60 įmonių įvairiose tiekimo grandinės pozicijose (žr. 1 Priedas) ir daugiau nei 1600 darbuotojų (Lietuvos lazerių asociacija, 2023). Lietuvos lazerių (fotonikos) industrijos apyvarta 2022 metais siekė 210 mln. EUR, augimas 21%. Oficialiais Europos Sąjungos duomenimis (CORDIS, 2012) prieš šiek tiek daugiau nei dešimtmetį, pusė (50%) pasaulyje parduodamų piko-sekundinių lazerių buvo pagaminti Lietuvoje, o Lietuvoje pagaminti femto-sekundiniai parametriniai šviesos stiprintuvai (naudojami ultratrumpų lazerio impulsų generacijai) sudarė 80%. Lietuvoje pagaminti lazeriai yra naudojami 95 iš 100 geriausių pasaulio universitetų (Račiukaitis ir Balkevičius, 2022), lietuviai yra lyderiai ultratrumpų impulsų lazerių ir rinkoje (Piliokaite ir kt., 2016). Norint palaikyti lyderiaujančias pozicijas pasaulyje ir toliau gaminti pasaulinio lygio lazerius, reikia sugebėti pasirinkti tinkamiausius optinių komponentų tiekėjus.

Europos fotonikos industrijos asociacija (European Photonics Industry Association, EPIC) ir Europos technologijų platforma „photonics21“ , 2022 metų pabaigoje, atliko 112 mažų-vidutinių

fotonikos organizacijų apklausą ir nustatė, kad >97% fotonikos bendrovių, sutiktų už komponentus mokėti didesnę kainą, jei komponentai būtų gaminami Europoje. Taigi, komponentų svarba akivaizdi ir šioje industrijoje yra labai daug investavimo galimybių (photonics21 ir EPIC, 2023).

Naujumas ir problema: Nors tiekėjų pasirinkimą lemiančių veiksnių tyrimai atliekami jau daug metų ir įvairiomis metodikomis, tačiau straipsnių, kuriuose tiriami optinių tiekėjų pasirinkimą lemiantys veiksniai fotonikos industrijoje, kai tyrimų objektas yra optiniai komponentai, rasti nepavyko. Būtent dėl šios priežasties, šiame darbe apžvelgiama mokslinė literatūra, tirianti, kaip į fotonikos industriją panašiose (susijusiose) industrijose, tokiose kaip puslaidininkių, gynybos ir astronautikos bei šviesos diodų industrijos, pasirenkami tiekėjai. Šios konkrečios industrijos pasirinktos dėl to, kad yra per 1-2 gamybos etapus nuo optinių komponentų (žr. 2 priedas).

Magistro darbo tikslas – įvertinti optinių komponentų tiekėjų pasirinkimą fotonikos industrijos organizacijose lemiančius kriterijus, naudojant daugiakriterinio vertinimo metodus.

Magistro darbo uždaviniai

1. Išnagrinėti mokslinę literatūrą apie tiekėjų pasirinkimo metodus ir nustatyti, kokiais metodais atliekamas tiekėjų vertinimas.
2. Išnagrinėti mokslinę literatūrą ir nustatyti, kokiais išsiskiriančiais kriterijais remiamasi renkantis tiekėją puslaidininkių (angl. *Semiconductors*), gynybos ir astronautikos (angl. *Defence and Aerospace*), šviesos diodų (angl. *LED – Light emitting diodes*) ir apibendrinti pagrindinius pasirinkimo kriterijus, kuriais remiasi aukštųjų technologijų bendrovės renkantis tiekėją.
3. Remiantis 1 ir 2 uždavinio rezultatais, parengti pirminį klausimyną pusiau struktūruotam ekspertų interviu ir porinio palyginimo skalę.
4. Atlikti 5 pusiau struktūruotus interviu su fotonikos industrijos ekspertais.
5. Atlikti 14 fotonikos industrijos ekspertų apklausą naudojantis porinio vertinimo skale.
6. Pateikti pasiūlymus, kaip praktiškai pritaikyti tyrimo duomenis

Metodai:

Pirmame ir antrame šio darbo skyriuose atlikta mokslinės literatūros analizė apie tiekėjų pasirinkimo metodus ir kriterijus trijose aukštųjų technologijų industrijoje.

Trečiame skyriuje aprašytos tyrimo metodikos: pusiau struktūruotas ekspertų interviu, ekspertų apklausa, atliekant porinius kriterijų palyginimus remiantis Analitinės Hierarchijos Procesu (AHP) metodika.

Ketvirtame skyriuje atliekama pusiau struktūruoto interviu turinio analizė ir porinio palyginimo skale paremtos anketinės apklausos duomenų analizė.

Struktūra. Šiame darbe aptariami teoriniai tiekėjų pasirinkimo aspektai bei realūs atvejai trijose industrijose – puslaidininkių, gynybos ir astronautikos bei šviesos diodų. Darbe taip pat pateikiama tyrimo metodika, pusiau struktūruoto interviu ir anketinės apklausos duomenų analizė. Tyrimo rezultatai palyginami su kitomis aukštųjų technologijų industrijomis, pateikiamos rekomendacijos praktiniam pritaikymui, pasiūlomos tiekėjų atrankos modelio gairės. Darbas baigiamas išvadomis apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus aukštųjų technologijų industrijose. Darbo prieduose pateikiamos įvairios schemos, tyrimo priemonės ir kita naudinga informacija.

1. TIEKĖJŲ PASIRINKIMO VERSO ORGANIZACIJOSE TEORINIAI ASPEKTAI

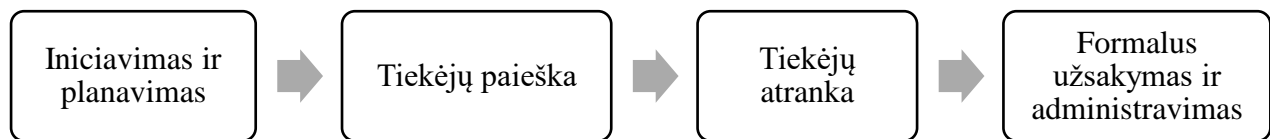
Šiame skyriuje apžvelgti pirkimo tipai, tiekėjo atrankos procesas, remiantis moksline literatūra išskirtas populiariausias tiekėjo vertinimo metodas ir jis apžvelgtas detaliau. Taip pat, trumpai apžvelgti dar du populiarius tiekėjų atrankos metodus.

1.1. Pirkimo etapai ir tipai

Pirkimo fazės (etapai) jau daug metų yra tyrimų objektas, o remiantis (Kotteaku ir kt. , 1995; Woodside ir Samuel, 1981; Xideas ir Machuris, 1998) galima pirkimų etapus atvaizduoti tokia seka:

1 Paveikslas

Pagrindiniai pirkimo etapai



Fotonikos industrijoje tokių etapų realus pavyzdys galėtų būti naujo lazerio gamyba: Inžinieriams supratus, kokio optinio komponento reikia, jie aprašo to komponento charakteristikas, nustato pageidaujamą pristatymo terminą. Antrajame etape vykdoma tiekėjų paieška (pvz. ieškoma tiekėjų internete, parodose, remiamasi rekomendacijomis ir kt.) bei į sąrašą įtraukiami esami tiekėjai. Trečiojo etapo metu (aptartas 1.2. skyriuje) vykdoma atranka, kurios metu remiantis įvairiais kriterijais vertinami tiekėjai ir jų atsiųsti pasiūlymai, o ketvirtojo metu – užsakoma ir administruojama.

Norint analizuoti kriterijus, kuriais remiasi organizacijos besirinkdamos tiekėjus, visu pirma, reiktų suprasti, jog pirkimai būna skirtingų tipų (1 Lentelė) , o vykdant kai kuriuos pirkimus (pvz. Įprastas pirkimas, Rutininis mažo prioriteto pirkimas) tiekėjų atranka kas kartą perkant nėra vykdoma.

1 Lentelė. Pirkimo tipai pagal Bunn (1993)

Pirkimo tipas	Apibūdinimas
<p>Įprastas pirkimas (angl. <i>Casual Purchase</i>)</p>	<p>Tai pastangų (informacijos surinkimo, sprendimų, analizės, pro-aktyvumo) nereikalaujantis pirkimas. Visos pastangos nukreiptos į pirkimo užsakymo apdorojimą. Šis požiūris taikomas rutiniams paprastų detalių pirkimams.</p>
<p>Rutininis mažo prioriteto pirkimas (angl. <i>Routine Low Priority</i>),</p>	<p>Pirkėjai kartais atlieka naujų tiekėjų paiešką, nors procesas dažnai automatinis perkant iš pastovių tiekėjų.</p>
<p>Paprastas modifikuotas pakartotinis pirkimas (angl. <i>Simple Modified Rebuy</i>)</p>	<p>Yra šiek tiek neapibrėžtumo ir atsiranda sprendimų priėmimo poreikis. Šio pirkimo metu dažniausiai perkamos prekės yra svarbios įmonei ir naudojamos jos esamų pagrindinių produktų gamyboje.</p>
<p>Naujas pirkimas, reikalaujantis sprendimo priėmimo (angl. <i>Judgmental New Task</i>)</p>	<p>Tai toks pirkimas, kuriame daug neapibrėžtumo, yra poreikis priimti sprendimus, nes bendrovė neturi patirties su šiuo produktu. Vykdamas šio tipo pirkimą pirmiausia atliekamas informacijos rinkimas, analizė, pro-aktyvūs veiksmai su tiekėjais ir (vidaus) klientais.</p>
<p>Kompleksinis modifikuotas pakartotinis pirkimas (angl. <i>Complex Modified Rebuy</i>)</p>	<p>Toks pirkimas kuriame nėra daug neapibrėžtumų, daug pasirinkimo galimybių ir pirkėjas yra stiprioje galios pozicijoje. Šio pirkimo metu pirkėjas gali taikyti įvairias pirkimo strategijas, derėtis.</p>
<p>Naujas strateginis pirkimas (angl. <i>Strategic New Task</i>)</p>	<p>Yra ypač svarbus bendrovei, šio pirkimo metu yra vidutinis neapibrėžtumo lygis ir pirkėjas yra stiprioje galios pozicijoje bei turi priimti sprendimus. Šis pirkimas panašus į anksčiau aptartus „Naują pirkimą“ ir „Kompleksinį modifikuotą pakartotinį pirkimą“. Vykdamas naują strateginį pirkimą yra daug diskutuojama įvairiuose įmonės lygmenyse.</p>

Atsižvelgiant į 1 lentelę galima išskirti tris tipus, kuriuos vykdant galima rekomenduoti atlikti išsamius tiekėjų vertinimus – „Naujas pirkimas, reikalaujantis sprendimo priėmimo“, „Kompleksinis modifikuotas pakartotinis pirkimas“ ir „Naujas strateginis pirkimas“, tačiau, net ir „Paprasto modifikuoto pakartotinio pirkimo“ atveju, atrodytų, jog verta atlikti nuolatinę tiekėjų stebėseną ir paiešką.

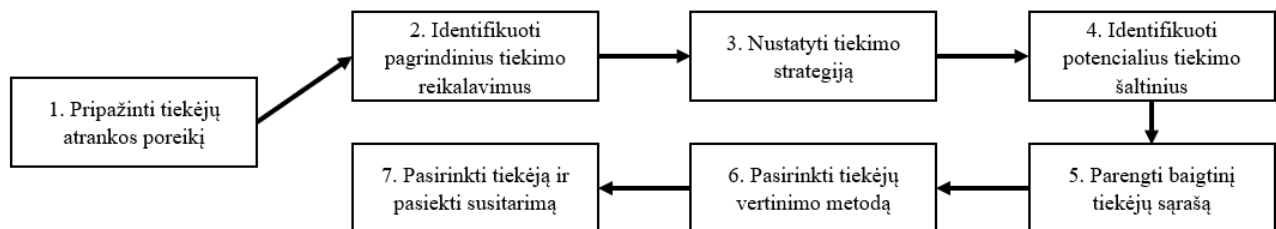
Žinoma, galima pasirinkti paprastesnius skirstymo metodus, tačiau, šiame darbe nagrinėjama tema yra mažai ištirta, todėl, skirstant pirkimų tipus, daugiausia bus remiamasi išsamiu (Bunn, 1993) pirkimo tipų skirstymo modeliu.

1.2. Tiekėjo atrankos procesas

Tiekėjo pasirinkimas apima įvairius vertinimo ir sprendimo procesus. Kadangi nėra vieno tikslaus metodo, kuriuo būtų galima pasirinkti geriausią tiekėją, įvairios organizacijos taiko skirtingus būdus tiekėjų atrankai. Monczka ir kt. (2009) siūlo septynių pagrindinių etapų tiekėjų atrankos ir vertinimo procesą, kuris pateiktas 2 paveiksle.

2 paveikslas

Tiekėjų atrankos procesas



Šaltinis: *Monczka ir kt. (2009)*

Pirkėjui pripažinus tiekėjo atrankos poreikį (1.), o tai gali įvykti dėl įvairių priežasčių (nuo rinkos tyrimų, naujų produktų kūrimo iki elementaraus atsargų papildymo) einame prie antrojo etapo (2.), kuris ir bus daugiausia nagrinėjamas literatūros apžvalgoje – pagrindinių reikalavimų tiekėjams identifikavimo (t.y. kriterijų). Trečiajame etape (3.) pasirenkama strategija. Kadangi skirtingiems optiniams elementams gali būti taikomos skirtingos strategijos, o ir skirtingo dydžio įmonės naudoja skirtingas strategijas, daug dėmesio strategijos pasirinkimui šiame darbe nėra skirta. Tolesni žingsniai apima potencialių tiekėjų identifikavimą (4.) ir baigtinio tiekėjų sąrašo parengimą (5.).

Šie žingsniai labai priklauso nuo įmonės pirkimų strategijos bei esamų tiekėjų galimybių ir pajėgumų (nes įprasta rinktis žinomus tiekėjus). Vykdoma tiekėjų paieška įvairiuose šaltiniuose (reklaminiai laiškai, parodos, tiekėjų katalogai, vidinės ir išorinės rekomendacijos ir kt.). Tiek strategijos (3.) etape, tiek sudarant baigtinį sąrašą (5.) dažnai atsižvelgiama į dydį, tipą (gamintojas ar pardavėjas), perkama iš vieno tiekėjo ar iš keleto, geografinę lokaciją, rizikas ir kt.

Kadangi optinių komponentų pirkimui ypač svarbus tiekėjų vertinimas, šiam etapui skirsime ypatingą dėmesį. Dažnai naudojami vertinimo (6.) būdai:

- Vizitai (pvz. fizinė apžiūra, auditas ir pan.)
- Vertinimas remiantis tiekėjo pateikta informacija (pvz. interviu, klausimynai ir pan.)

Paskutiniame žingsnyje (7.) pasirenkamas tiekėjas. Įprastuose pirkimuose, tai gali būti tiesiog pranešimas tiekėjui, o sudėtinguose pirkimuose gali prireikti papildomų žingsnių.

Šiame darbe daugiausia orientuojamasi į:

- 2 etapą, kuriame nustatome reikalavimus (kriterijus ir subkriterijus) tiekėjams
- Tarpinį etapą tarp 6 ir 7, kurį galime pavadinti „tiekėjų vertinimo metodo pritaikymas (tiekėjų vertinimo atlikimas)“

Renkantis tiekėją svarbu identifikuoti, ar jį rinksimės pagal vieną kriterijų (pvz. mažiausia kaina ar techninė specifikacija, pvz. paviršiaus defektų skaičius), ar pagal kelis kriterijus. Šiame darbe bus trumpai aptarti keli vieno kriterijaus tyrimai, tačiau, beveik visi darbe analizuoti tyrimai bus susiję su daugiakriteriniu tiekėjų vertinimu.

Šiame poskyryje aptarti pirkimų tipai ir tiekėjų vertinimo procedūros. Nagrinėjant optinių komponentų pirkimus, verta paminėti, kad optinių komponentų kaina gali svyruoti nuo keleto centų iki dešimčių tūkstančių eurų, o kartais ir dar daugiau, taigi, greičiausiai tik vienam pirkimų tipui šių komponentų pirkimų priskirti negalėsime. Atlikus darbe planuojamą tyrimą ir išanalizavus rezultatus, sužinosime, kuriems keliems pirkimo tipams priklauso optinių elementų pirkimas. Žinodami pirkimo tipą, optinių komponentų pardavėjai, gali koreguoti savo pardavimų ir rinkodaros strategijas, kadangi skirtingiems pirkimo tipams, dažniausiai reikalingos skirtingos pardavimo ir rinkodaros metodikos.

Paprastas pavyzdys fotonikos industrijoje - mikroskopo apsauginio langelio tiek pirkimo tipas, tiek pardavimų strategija skirsis nuo veidrodžio skirto teleskopui pirkimo tipo ir pardavimo strategijos. Organizacijos suprantančios savo kliento gaminamus produktus ir žinodamos kiekvieno savo kliento

įrenginio (pvz.: lazerių) komponentų pirkimo tipus (lazerius sudaro daug skirtingų optinių komponentų), turės stiprų pranašumą, nes galės pasidaryti teisingas produktų pardavimo strategijos korekcijas.

1.3. Tiekėjų vertinimo metodai

Šiame poskyryje pateikiama mokslinių publikacijų, tiriančių tiekėjų pasirinkimo metodus, apžvalga. Nagrinėjama įvairių laikotarpių literatūra, kad būtų galima įvertinti metodo(-ų) populiarėjimą ar populiarumo praradimą.

Chang ir kt. (2010) remdamiesi keturiolikos tyrimų (1966-2007) rezultatais, pateikia penkias dimensijas: kokybė, kaina, pristatymo vykdymas, aptarnavimas, lankstumas. Sudarydami klausimyną ekspertams dar prideda geografinę lokaciją, bendrovės amžių, industriją, skyrių (departamentą), pareigas, tiekėjo lygmenį (geras, įprastas, blogas). Geografinė lokacija gali būti svarbi, nes ji įtakoja pristatymą. Tačiau reiktų nepamiršti ir tarpkultūrinių bei politinių skirtumų. Nors apie šiuos subkriterijus autoriai ir neužsimena, bet mūsų tiriamose industrijose (pvz. Gynybos ir astronautikos), tai tikrai gali turėti įtakos, dėl politinės įtampos ar specifinių reikalavimų.

Ho ir kt. (2010) apžvelgė 2000-2008 metais paskelbtas 78 mokslines publikacijas apie daugiakriterinio sprendimų priėmimo metodo taikymą renkantis tiekėją. Autoriai teigia, jog labiausiai paplitęs metodas yra DEA (angl. *data envelopment analysis*), tačiau atidžiau panagrinėjus, galima išvelgti, kad AHP (angl. *analytic hierarchy process*) kartu su kitais metodais integruotas daugiausiai iš visų metodų, iš viso AHP integravo dar 17,95%. Taigi, galime šį rezultatą interpretuoti ir taip, kad AHP panaudotas daugiausia kartų, o tai reiškia, kad galime laikyti jį populiariausiu šiame laikotarpyje. Dažniausi (populiariausi) tiekėjų pasirinkimo kriterijai: kokybė (87,18%), pristatymas (82,05%), kaina (80,77%). Tyrimas parodė, kad kaina nėra labiausiai paplitęs tiekėjo pasirinkimo kriterijus.

Mokslines publikacijas, paskelbtas 2008-2012 metais, apžvelgė Chai, ir kt. (2013), viso panaudoti buvo 26 skirtingi sprendimo priėmimo metodai. Užfiksuotas 171 metodo panaudojimas. Surinktame straipsnių rinkinyje 24,36% sudarė Analitinės Hierarchijos Procesas (AHP), galima teigti - tai populiariausia metodika tiriant tiekėjo pasirinkimo kriterijus ir lyginant su 2000-2008 anksčiau apžvelgtu tyrimu (8,97% + 14,95%) – toliau populiarėjanti. Praėjus 7 metams, Chai, ir kt. (2020), apžvelgė 123 publikacijas (paskelbtas 2013-2018 metais). AHP (10%) ir ANP (5%) metodai vis dar yra dominuojantys metodai daugiakriterinio vertinimo metodų grupėje.

Remiantis šių trijų literatūros apžvalgų duomenimis, žemiau sudaryta 2 lentelė, kurioje atvaizduoti tik populiariausi metodai. Galime vizualiai pamatyti, kaip keitėsi metodų populiarumas. Svarbu atsižvelgti į tai, kad metodai ne visada būdavo taikomi išimtinai vieni, dažnai taikomos metodų kombinacijos (metodų hibridai).

2 Lentelė

Tiekėjų atrankos vertinimo metodai 2000-2018 metais – panaudojimo dažnumas ir publikacijų skaičius

Metodas	Panaudojimo dažnumas ir straipsnių skaičius visame rinkinyje		
	2010 (2000-2008)	2013 (2008-2012)	2020 (2013-2018)
AHP (angl. <i>Analytic Hierarchy process</i>)	8,97% 7 str.	24,39% 30 str.	10% 13 str.
ANP (angl. <i>Analytic Network Process</i>)	3,85% 3 str.	12,20% 15 str.	5% 6 str.
LP - Linijinis programavimas (angl. <i>Linear Programming</i>) ¹	19,6% 9 str.	15,44% 19 str.	16,1% 19 str.
DEA (angl. <i>Data Envelopment Analysis</i>)	17,95% 14 str.	10,57% 13 str.	3,4% 4 str.

Šaltinis: Sudaryta darbo autoriaus, remiantis Ho ir kt., (2010), Chai ir kt. (2013), Chai ir kt. (2020)

Lygindami šiuos tyrimus, matome, jog tiek AHP, tiek ANP paskutiniuose tyrimuose praranda populiarumą, kai vertiname visus metodus nepriklausomai nuo metodų grupės. Nors 2020 metų tyrime populiariausias metodas nustatytas Linijinis programavimas, priklausantis matematinio programavimo metodų grupei. Kadangi jo populiarumas pakito labai nedaug, vos nuo 15,44% iki 16,1%, teigti, kad jis tampa populiariesnis nebūtų korektiška – jo populiarumas išlieka stabilus.

Autoriai (Chai ir kt., 2020) taip pat pastebi, kad anksčiau (Chai ir kt., 2013) naudotos dirbtinio intelekto metodikos nebenaudojamos (greičiausiai todėl, kad paseno). Vertinant dabartinį dirbtinio intelekto proveržį (pvz. CHAT GPT ir kt.), ir tai, kad jau viešoje erdvėje yra užsimenama, jog dirbtinis

¹ Ho ir kt. (2010) LP priskiriamas prie “Matematinio programavimo” grupės ir atskirai nenagrinėjamas.

intelektas galės padėti (ir jau padeda) priimti sprendimus, tikėtina ateityje dirbtinis intelektas bus naudojamas ir tiekėjų pasirinkimui. Tai greičiausiai prasidės nuo hibridinio taikymo kombinuojant dirbtinį intelektą su jau patikrintais metodais (pvz. AHP)

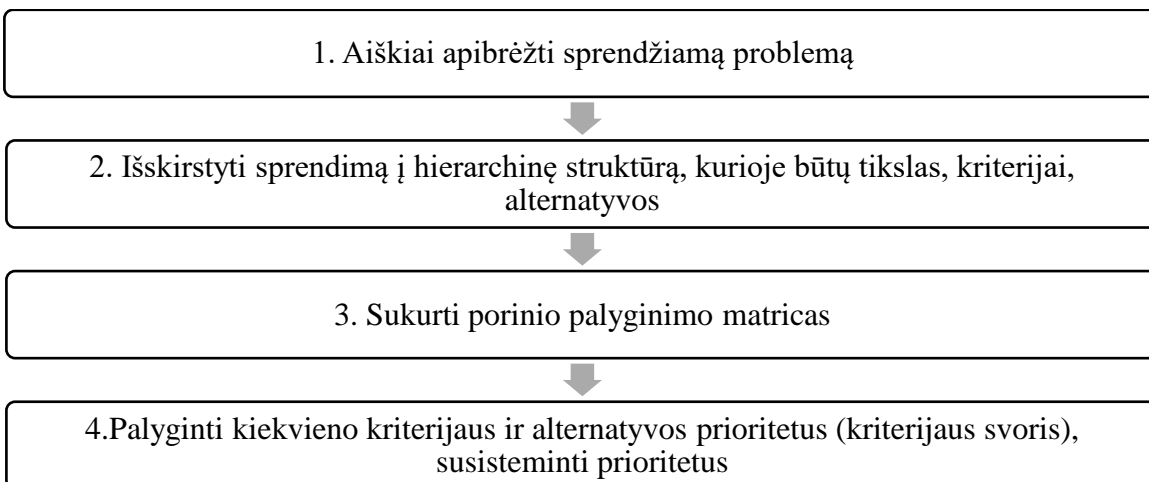
Ocampo ir kt. (2018) atliktoje 2006-2016 tyrimų apžvalgoje galima pastebėti, jog populiarėja ir „tvarumo“ kriterijus, ir dirbtinio intelekto panaudojimas (kaip metodas) tiekėjų atrankoje. Kannan ir kt. (2013) Peržvelgė 36 straipsnius renkantis „žaliąjį tiekėją“, populiariausi atrankos metodai AHP (6) ir ANP (4).

Remiantis šiame poskyryje aptartų mokslinių straipsnių apžvalga, galime teigti, kad Analitinės Hierarchijos Procesas (AHP) yra populiariausias tiekėjų atrankos daugiakriterinis vertinimo metodas. Tą patį teigia ir Varšuvos universiteto tyrėjas Manucharyan (2021), kuris atliko 1998-2018 metais publikuotų 177 straipsnių apie tiekėjų atranką naudojant daugiakriterinį vertinimą apžvalgą. Autorius išskyrė 34 tiekėjų pasirinkimo kriterijus, 10 populiariausių kriterijų: kokybė, pristatymas, kaina, finansinis stabilumas, aptarnavimas, komunikacija, rizikų valdymas, reputacija, gamybos pajėgumai, taisymo paslaugos.

Analitinės Hierarchijos Proceso (AHP, angl. *Analytic Hierarchy Process*) modelis, kurį sukūrė Saaty (1980) metais, yra efektyvus įrankis, skirtas spręsti daugiakriterinių uždavinių problemas (tiek tiekimo, tik kitas). Saaty (2008) išskiria pagrindinius 4 sprendimo priėmimo žingsnius:

3 paveikslas

4 sprendimo priėmimo žingsniai taikant AHP metodą



Šaltinis: Saaty (2008)

Išanalizavus metodą, galime išskirti 3 lentelėje pateiktus privalumus ir trūkumus:

3 Lentelė

AHP privalumai ir trūkumai

Privalumai	Trūkumai
Galimas suderinamumo patikrinimas	Labai sudėtingėja didėjant kriterijų skaičiui, 4 kriterijai – 6 poriniai palyginimai, 30 kriterijų – 435 porinių palyginimų
Aiški kriterijų hierarchija	AHP naudojamas tikėtina, labiau dėl patogumo, o ne dėl stipraus teorinio matematinio požiūrio.
Galimas grupinis sprendimų priėmimas.	Ekspertams gali būti sunku suvokti skirtumą tarp panašių kriterijų ar palyginti vidutiniškai svarbų su vidutiniškai nesvarbiu kriterijumi, ypač jei jie iš skirtingų dimensijų ar kategorijų.

Šaltinis: Sudaryta darbo autoriaus, remiantis moksline literatūra

Saaty (1980) siūloma tiekėjų (alternatyvų) vertinimo skalė pateikta 4 lentelėje.

4 Lentelė

AHP vertinimo skalė

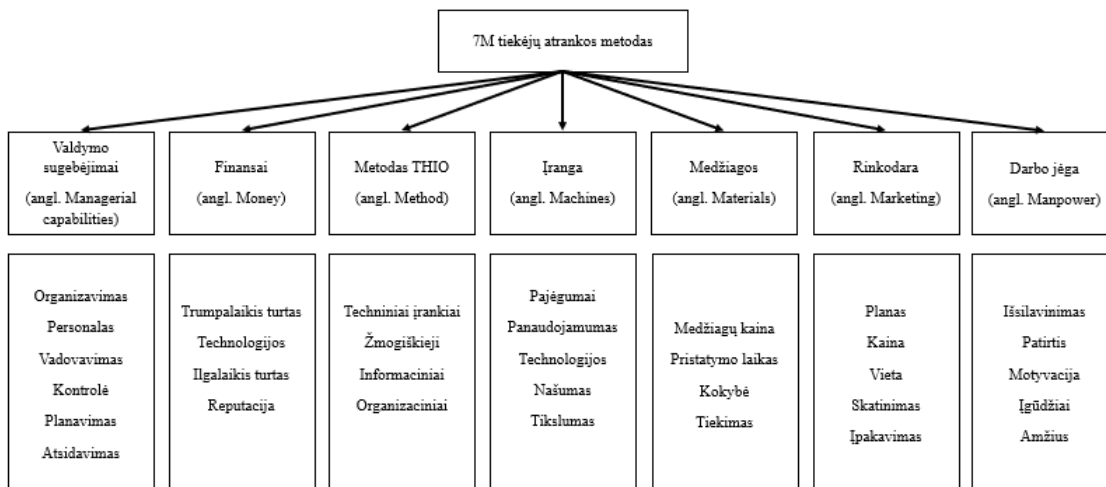
Vertinimas	Vertinimo apibrėžimas
1	Lygios alternatyvos
3	Šiek tiek pranašesnė alternatyva
5	Svarbus alternatyvos pranašumas
7	Akivaizdus alternatyvos pranašumas
9	Absolūtus alternatyvos pranašumas
2, 4, 6, 8	Tarpinės reikšmės (kai sunku pasirinkti)

Šaltinis: *Saaty (1980)*

O Rostamzadeh (2014) pasiūlė 7M metodą, kuriame išskirti 7 pagrindiniai kriterijai ir jų subkriterijai, renkantis tiekėją (schema pateikta 4 paveiksle). 7M metodas yra gana universalus ir patogus, bet prieš taikant jį fotonikos bendrovėms ar kitoms aukštųjų technologijų bendrovėms, pateiktus subkriterijus dar reiktų modifikuoti.

4 paveikslas

AHP metodo variacija „7M“



Šaltinis: Rostamzadeh (2014)

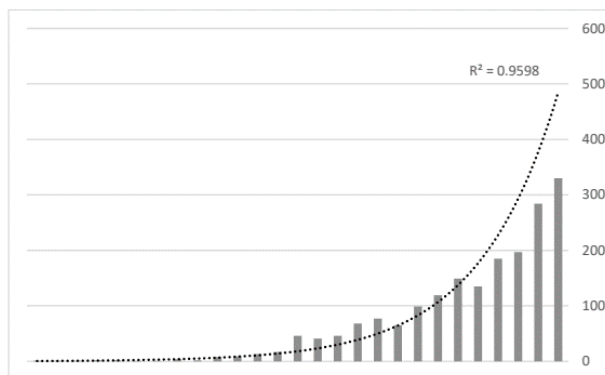
Kadangi, AHP smarkiai komplikuojasi didinant subkriterijų skaičių, o šiuo atveju reiktų atlikti net 33 subkriterijų tarpusavio palyginimą, o tai sudarytų

$$\frac{(n^2 - n)}{2} = \frac{(33^2 - 33)}{2} = 528 \text{ palyginimų} \quad (1)$$

Ekspertams atliekant porinius palyginimus, kartais pasitaiko klaidų ar nepastovumų, taigi, gali kilti iššūkių norint išlaikyti Saaty rekomenduojamą pastovumą (angl. *consistency ratio*, *CR*) mažesnę nei 10%.

5 Paveikslas

Publikacijų, kuriose buvo aprašomi atlikti tyrimai remiantis AHP metodika, skaičius 1994-2022 metais



Šaltinis: Castelló-Sirvent, F., et al.(2022)

AHP, nors ir labai populiarus verslo vadybos ir ekonomikos kategorijose, bet naudojamas tiek inžineriniuose, tiek socialiniuose, tiek tarpdisciplininiuose tyrimuose, o 5 paveiksle aiškiai matome, jog AHP metodo populiarumas pastaruosius 30 metų yra sparčiai didėjantis.

ANP (angl. *Analytic Networking Process*) modelis

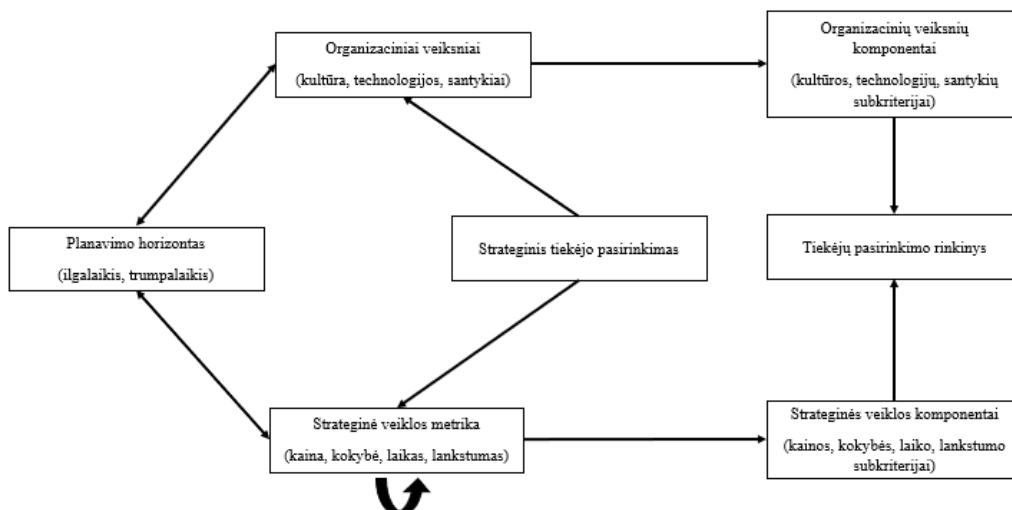
ANP modelis, panašus į AHP modelį, tačiau turi keletą esminių skirtumų:

- Struktūroje atsiranda ryšiai išeinantys už AHP modelio hierarchijos ribų (žr. 4 paveikslą).
- AHP metode lyginamos kriterijų poros, o ANP metodas papildomai dar įtraukia tiesioginę ir netiesioginę kitų kriterijų įtaką.
- ANP modelio sudėtingesnis matematinis skaičiavimas.

ANP modelį reikėtų taikyti, kai tarp vertinimo kriterijų egzistuoja svarbūs tarpusavio ryšiai arba tų ryšių yra daug.

6 Paveikslas

Strateginį tiekėjo pasirinkimą įtakančių veiksnių tarpusavio ryšiai



Šaltinis: Sarkis ir Talluri (2002)

DEA (angl. *Data Envelopment Analysis*) – tai metodika, skirta vertinti sprendimo priėmimo vienetų (angl. *Decision Making Units*, DMU) santykinį efektyvumą, konvertuojant įvesties duomenis (pvz. kaina) į išvesties duomenis (pvz. kokybę). Tikslas yra nustatyti pačius efektyviausius DMU ir rasti efektyvumo ribą. Po šia riba esantys DMU dar gali būti tobulinami, pasiekę riba – laikomi optimaliais.

Šiame skyriuje aptarti vieni populiariausių - AHP, ANP ir DEA metodai. AHP metodas skirtas sudėtingų sprendimų struktūrizavimui (organizavimui) ir analizei, remiantis tiek matematika, tiek psichologija. Tuo tarpu, ANP – tai AHP metodo išplėtimas, įtraukiantis elementų tarpusavio priklausomybę (AHP tiria nepriklausomus elementus). Šis metodas naudingas ieškant sprendimo sudėtingoms problemoms, kai tiekėjų vertinimo kriterijų tarpusavio sąveika stipriai gali įtakoti rezultata. Skirtingai nuo AHP ir ANP, trečias aptartas metodas – DEA – remiasi stebėtais duomenimis, kad įvertintų kelių sprendimo vienetų (DMU) efektyvumą. Šio darbo tiriamojoje dalyje bus naudojamas AHP metodas, nes jis gerokai lengviau suprantamas ekspertams, nei ANP. Lyginant su DEA, AHP pranašumas yra tas, kad leidžia sverti pačius kriterijus, be to, nereikalauja didelio duomenų kiekio. Apibendrinant, tyrimui pasirinktas AHP metodas, nes jis leidžia aiškiai struktūrizuoti ir objektyviai įvertinti kriterijus.

2. TIEKĖJŲ PASIRINKIMĄ AUKŠTŲJŲ TECHNOLOGIJŲ INDUSTRIJOSE LEMIANTYS KRITERIJAI

Šiame skyriuje apžvelgiami tiekėjų pasirinkimo niuansai trijose aukštųjų technologijų industrijuose – puslaidininkių, gynybos ir astronautikos, šviesos diodų. Skyriaus pabaigoje pateikiamas apibendrinimas.

2.1. Tiekėjų pasirinkimo specifika puslaidininkių (angl. *Semiconductors*) industrijoje

MITA (Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros) parengtoje Lietuvos puslaidininkių sektoriaus apžvalgoje (MITA, 2022) pažymima, kad pasaulinė puslaidininkių rinka 2020 sudarė 440 mlrd. JAV dolerių ir prognozuojama, jog 2025 viršys 600 mlrd. JAV dolerių. Konkrečiai su puslaidininkių panaudojimu, gamyba ar prekyba Lietuvos elektronikos industrijoje susijusi statistika nėra kaupiama, todėl yra sunku įvertinti Lietuvos vaidmenį globalioje vertės grandinėje.

Puslaidininkių industrija pasirinkta, nes jų gamyboje naudojami lazeriai, o kai kurios technologijos skirtos optinių komponentų gamybai naudojamos ir puslaidininkių gamyboje (pvz. ultravioletinių dielektrinių optinių dangų nusodinimas). Pačių puslaidininkių gamyba taip pat sunkiai būtų įmanoma be optinių komponentų, kurie yra viena iš lazerinio mikro-apdirbimo staklių sudedamųjų dalių. Be to, optiniai komponentai yra svarbūs puslaidininkių kokybės kontrolės prietaisuose – optiniuose mikroskopuose, spektroskopuose, interferometruose, vaizdo kamerose, lazerinėse žymėjimo sistemose ir kituose prietaisuose.

Wakeel ir kt. (2020) aprašo HDTA (angl. *High Temperature Die Attach*) – tai aukštoje temperatūroje vykstantis mikroschemų tvirtinimas prie jų pagrindų – tiekėjų reitingavimo procesą, remiantis eksperto nurodytais 8 skirtingais kriterijais: elektrine varža, terminiu laidumu, valdymo sistema, išpūdžiu, gamybinėmis patalpomis, geografinė lokacija, atsakymo laiku, naudojamomis technologijomis.

Atliktas modeliavimas naudojant šiuos du metodus:.

- 1. Reikšmių intervalo** (angl. *Range Of Value, ROV*), kurio esmė, kad kriterijams priskiriamos vertės pagal kriterijų verčių spektrą. Vertės normalizuojamos nuo 0 iki 1 (priskiriant mažiausiai 0, didžiausiai 1). Metodas sukurtas Yakowitz, ir kt., (1993).

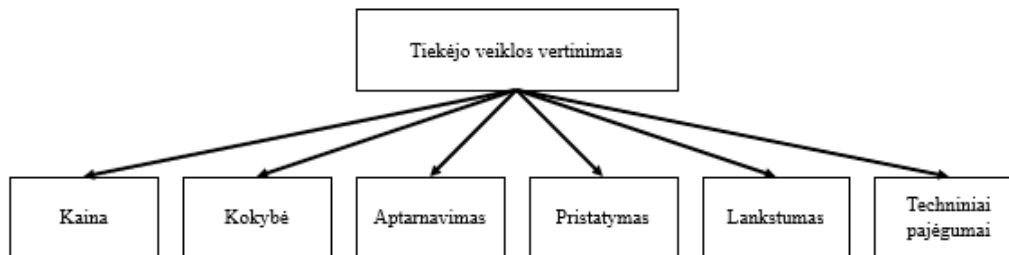
2. **Entropijos** (angl. *Entropy*) metodo esmė yra, kad kriterijui, turinčiam didesnę įvairovę ir dispersiją, reiktų priskirti didesnę svorį, nes kriterijus teikia daugiau informacijos ir mažina sprendimo neapibrėžtumą (Shannon, 1948).

Tyrimo rezultatas yra septynių tiekėjų reitingavimas, kuriuo remiantis daroma išvada, jog svarbiausi kriterijai renkantis medžiagą puslaidininkų gamybai yra: gamybinės patalpos, atsakymo laikas, naudojamos technologijos, sudarytas įspūdis. Įdomu tai, kad remiantis tyrimo rezultatais renkantis tiekėją yra svarbi naudojama produkto gamybos technologija, o pačios esminės produkto specifikacijos (elektrinė varža, terminis laidumas) nėra tokios svarbios. Iš kriterijų matome, kad vertinimas atliekamas be vienos iš pagrindinių dimensijų – kainos.

Jeonghwan ir kt. (2011) tyrime pasirinkti tiekėjai ASML, Nikon, Canon, gaminantys fotolitografinę įrangą. Šios bendrovės taip pat aktyviai veikia fotonikos industrijoje ir naudoja optinius komponentus, todėl jų kliento (neatskleistos puslaidininkų bendrovės Korėjoje) kriterijai renkantis tiekėją, gali būti svarbūs vertinant optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijus. Tyrime naudojamas AHP metodas, išskiriamos dvi struktūros (straipsnyje pateikiamos pilnos schemas su subkriterijais), kuriose matome tiekėjo pasirinkimo kriterijus, renkantis fotolitografinę įrangą.

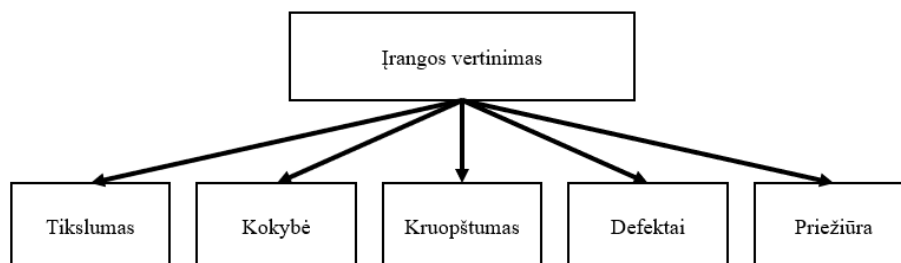
7 a paveikslas

Fotolitografinės įrangos tiekėjo veiklos vertinimo struktūra



7 b paveikslas

Fotolitografinės įrangos tiekėjo įrangos vertinimo struktūra

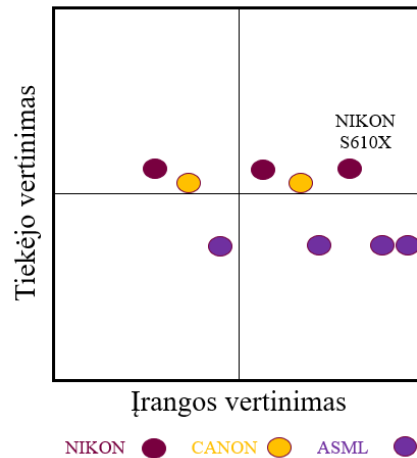


Šaltinis: Jeonghwan, ir kt., (2011)

Skaitine verte įvertinus kiekvieną tiekėją ir siūlomos įrangos kriterijus, gaunama 8 paveiksle pavaizduota tiekėjų matrica:

8 paveikslas

Tiekėjų portfelio matrica



Šaltinis *Jeonghwan, ir kt., (2011)*

Matrica, atvaizduota 8 pav., leidžia vizualiai pamatyti tiekėjų pranašumus. Tarpusavyje pasvėrus šių dviejų grupių svorius (tiekėjo ir įrangos vertinimo), galėtume nubrėžti tiekėjo-įrangos santykio liniją ir atlikti daugiau interpretavimo (pvz. kurie tiekėjai yra geresni, kurie ne tokie geri). Autoriai teigia, kad jų pasiūlytas išplėstinis metodas gali būti taikomas ir kai kuriose kitose industrijose, pvz. skystųjų kristalų ekranų (LCD) ir šviesos diodų (LED), tačiau, kaip išvadose autoriai pabrėžia – norint pritaikyti šį metodą kitose industrijose, reiktų atlikti modifikacijas pagal tos industrijos specifiką.

Cheng ir kt. (2009) atliktame tyrime aptariamas silicio plokštelių tiekėjo atrankos metodas. Silicio plokštelės yra vienas iš bazinių elementų puslaidininkų gamyboje (beveik analogiškai, kaip stiklo langeliai yra lazerinės optikos gamyboje), tyrime su 3 ekspertų pagalba pristatyti 7 kriterijai, kurie buvo išplėsti iki 39 subkriterijų. Iš jų atrinkti 14 subkriterijų turėjo didesnę nei 85% svorį, jie atvaizduoti 5 lentelėje. Galima pastebėti, kad kaina kaip kriterijus yra 5 vietoje iš 7, tačiau kaina turi tik vieną subkriterijų – pasitenkinimas pirkimo kaina (0,1196), kuris lyginant su visais kitais subkriterijais yra 1 vietoje iš 14, vos lenkdamas vidinės kokybės audito sistemos (0,1171) subkriterijų ir pristatymo subkriterijų „Pristatymo laiko atitikimas“ (0,1040). Patys nesvarbiausi kriterijai – reputacija ir pasirodymas praeityje (t.y. istorija dirbant kartu), nors reputacijos vienintelis subkriterijus yra gana aukštoje 4 iš 14 vietoje.

Kainos ir reputacijos rezultatų interpretavimą galima būtų palengvinti išplečiant subkriterijų skaičių. Yra rašoma „reputacija“, tačiau matuojamas vien tik „kompensacijos dėl kontrakto pažeidimų“, analogiškai yra rašoma „kaina“, bet matuojamas tik „pasitenkinimas pirkimo kaina“.

Norint išvengti klaidingo interpretavimo, tais atvejais, kai kriterijus turi tik vieną subkriterijų, juos siūlyčiau ir pavadinti tuo pačiu pavadinimu.

5 Lentelė

Silicio plokštelių tiekėjo atrankos kriterijai

Kriterijus ir jo reitingas	Kriterijaus svoris	Sub-kriterijus ir jo reitingas	Subkriterijaus svoris
Kokybė - 1	0,2509	Vidinė kokybės audito sistema - 2	0,1171
		Kokybės standartai - 5	0,0857
		Proceso kokybė - 11	0,0481
Pristatymo laikas - 2	0,2007	Pristatymo laikas - 14	0,0305
		Pristatymo laiko atitikimas - 3	0,1040
		Skubus pristatymas, esant poreikiui - 8	0,0661
Pasirodymas praeityje - 7	0,0633	Praeities įrašų kokybė - 9	0,0633
Reputacija - 6	0,0873	Kompensacijos, dėl kontrakto pažeidimų - 4	0,0873
Aptarnavimas - 3	0,1576	Sugebėjimas greitai identifikuoti problemas - 7	0,0775
		Sugebėjimas greitai spręsti problemas - 8	0,0801
Kaina - 5	0,1196	Pasitenkinimas pirkimo kaina - 1	0,1196
Procesų pajėgumai - 4	0,1206	Procesų kontrolės pajėgumai - 12	0,0324
		Procesų stabilumas ir nenukrypimo dažnis - 10	0,0569
		R&D procesų pajėgumai - 13	0,0313

Šaltinis: Cheng ir kt. (2009)

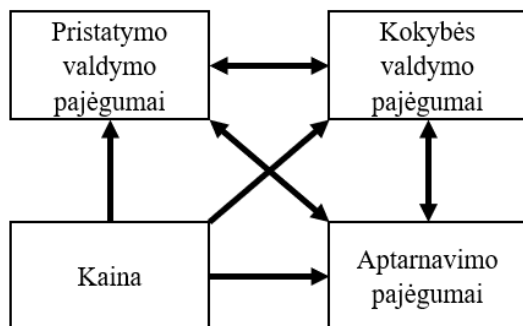
Silicio plokštelių kokybės patikros tiekėjo atrankos tyrime (Lin ir kt., 2010) taikomas ISM (angl. *Interpretive structural modeling*) metodas, kurio esmė, kad galima nubrėžti schemą, kurioje

vizualiai matome kriterijų tarpusavio ryšius. Autoriai tyrimo metu taikė ANP metodą, atskirdami kainą (nepriklausomą dimensiją) nuo kitų (priklausomų viena nuo kitos) dimensijų.

Išskiriamos 4 dimensijos (analogiškai anksčiau apartoms 4 pagrindinėms dimensijoms), jų tarpusavio sąsajos atvaizduotos 9 paveiksle, o priklausomų dimensijų svoris 6 lentelėje.

9 paveikslas

Silicio plokštelių kokybės patikros teikėjo atrankos dimensijos



Šaltinis *Lin ir kt. (2010)*

Tarp susijusių dimensijų svarbiausia dimensija nustatyta „Kokybės valdymo pajėgumai“ (0,375), o tuo tarpu svarbiausiu subkriterijumi kainos dimensijoje nustatytas „Bandomojo testavimo kaina“ (0,422).

6 Lentelė

Silicio plokštelių kokybės patikros teikėjo atrankos priklausomų dimensijų svoris ir svarba

Dimensija	Svoris	Svarba
Pristatymo valdymo pajėgumai	0,346	2
Kokybės valdymo pajėgumai	0,375	1
Aptarnavimo pajėgumai	0,279	3

Šaltinis: *Lin ir kt. (2010)*

Vijayakumar ir kt. (2019) tirdami kriterijus ilgalaikiam tiekėjo-pirkėjo bendradarbiavimui puslaidininkių industrijoje į šias dimensijas įveda moderatorių. Autoriai išskiria 4 nepriklausomus kintamuosius:

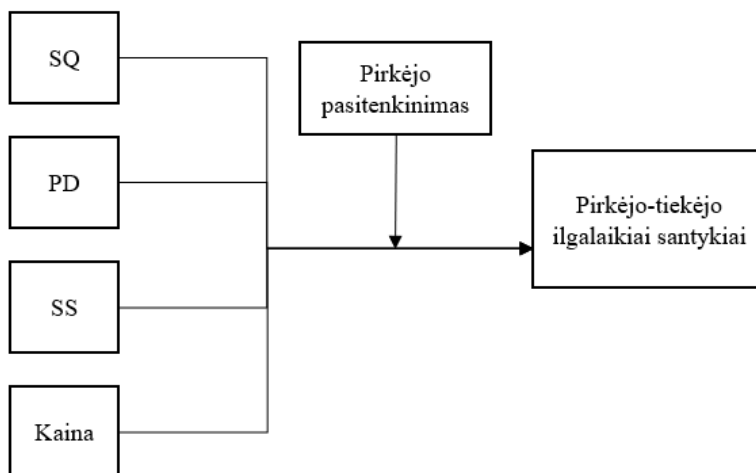
- Tiekėjo kokybė (Supplier quality, SQ) – produktų ir paslaugų kokybė, iš anksto sutartų reikalavimų įvykdymas (ar įvykdymo laipsnis).
- Pristatymas (Performance delivery, PD) – produktas bus pristatytas sutartu laiku, reikiamu kiekiu.
- Tiekimo paslauga (Supply service, SS) – tiekėjo sugebėjimas sekti instrukcijas, valdyti skundus, greitai atsakyti.
- Kaina (cost) – apima visą kainą, įskaitant produktą, transportavimą ir kt. dedamąsias.

Ir įveda moderatorių:

- Pirkėjo pasitenkinimas (Buyers satisfaction, MV)

10 paveikslas

Pirkėjo pasitenkinimas pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiuose santykiuose



Šaltinis: Vijayakumar ir kt. (2019)

Autoriai iškelia ir testuoja 8 hipotezes, iš kurių patvirtinamos 4 :

H1: Tiekėjo kokybė turi teigiamą įtaką pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams.

H2: Pristatymas turi teigiamą įtaką pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams.

H3: Aptarnavimas turi teigiamą įtaką pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams.

H5: Pirkėjo pasitenkinimas teigiamai moderuoja tiekėjo kokybės įtaką pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams.

Ir 4 nepatvirtintos:

3 iš 4 hipotezių, kuriose sakoma, kad pirkėjo pasitenkinimas teigiamai moderuoja nepriklausomus kintamuosius (pristatymas, aptarnavimas, kaina) – nepatvirtintos. O vienintelė

H4: Kaina turi teigiamą įtaką pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams – nepatvirtinta

Šiame tyrime dalyvavo 288 respondentai, turintys bent 1 metų patirti. Šių respondentų pasirinkimą galima šiek tiek pakritikuoti dėl kelių faktorių:

- Ar tikrai 1 metų patirties žemutinė riba yra pakankama perkant sudėtingus produktus? (t.y. ar tie už pirkimus atsakingi asmenys tikrai turi galutinę sprendimo teisę pirkti, ar visgi sprendimą priima jų komandos vadovas ar vyresnysis kolega)
- Ar darbuotojas su 1 metų patirtimi gali kritiškai vertinti ilgalaikį bendradarbiavimą?
- Apklaustųjų demografinėje statistikoje daugiau nei 80% sudaro inžinieriai ir vyr. inžinieriai. Nors aukštųjų technologijų įmonėse įprasta, kad inžinieriai ieškotų sprendimų patys bendraudami su tiekėjais, tiekimo padaliniui paliekant tik administracinį darbą, tačiau kalbant apie ilgalaikį bendradarbiavimą turėtų įsitraukti ir vyr. vadybininkai ar vadovai, o jų šioje apklausoje tik 2,8%.

Kang ir kt. (2010) pasiūlė sugrupuoti kriterijus renkantis tiekėją integrinio grandyno pakavimui į dvi grupes :

- Kokybinius (technologijos, santykiai)
- Kiekybinius (defektų skaičius, kaina, atsako į pokyčius laikas, pristatymo laiku reitingas, procesų veiksnumas, gamybiniai pajėgumai)

Taivanas – puslaidininkių sostinė, taigi, nenuostabu, kad didžioji dalis publikacijų apie puslaidininkių tiekėjų atranką atlikta Taivane. Objektiviai palyginant kriterijus su Lietuvos kriterijais, būtų naudinga atsižvelgti į tarpkultūrinius skirtumus. Gaila, bet tyrimų apie puslaidininkių industrijos (tiek apie kitų aukštųjų technologijų industrijas) tiekėjų pasirinkimo kriterijus Lietuvoje trūksta, taigi pagrįstų pastebėjimų ar tarpkultūriniai skirtumai tarp Lietuvos ir Taivano galėtų įtakoti tiekėjų pasirinkimo kriterijus ar jų svorį, padaryti negalime.

2.2. Tiekėjų pasirinkimo specifika gynybos ir astronautikos (angl. *Defense and Aerospace*) industrijoje

Gynybos industrija yra gyvybiškai svarbi kiekvienos valstybės nacionaliniams interesams.

Tarpvalstybiniai kariniai konfliktai, kaip 2022-02-24 prasidėjusi Rusijos invazija į Ukrainą bei 2023-10-07 HAMAS ataka, suaktyvinusi Izraelio-Palestinos konfliktą, skatina ir kitas valstybes investuoti į gynyba bei naujos ginkluotės atsiradimą ir tyrimus. Visa gynybos industrija patiria spaudimą plėstis (Aries ir kt., 2023). Nors nemaža dalis ginkluotės – įvairūs kūrybiniai sprendimai (pvz. bepiločiai orlaiviai su improvizuotais sprogstamaisiais užtaisais), tačiau daug naujos (ir esamos) ginkluotės yra paremta aukštosiomis technologijomis. Kuriant modernią ginkluotę, tiekimo grandinėse dažnai atsiranda lazeriai ir kiti optiniai prietaisai, kurių sudedamoji dalis yra optiniai komponentai (pvz.: raketose, atstumo nustatymo įrenginiuose, naktinio matymo žiūronuose ir t.t.), norint tiekti optinius komponentus tokių lazerių ir optinių prietaisų gamintojams yra naudinga įvertinti gynybos ir astronautikos bendrovių poreikius ir reikalavimus tiekėjams.

Ši industrija yra ypatinga tuo, kad produktai įprastai tarnauja ilgą laiką (pvz. lėktuvai – daugiau nei 30 metų), taigi tikėtina, kad bus reikalingas aptarnavimas, taisymas, o tai iškelia naujus reikalavimus tiekėjams, kurie tiekia labai specializuotus komponentus.

B. Güneri and M. Deveci (2023) atliktame tyrime buvo nagrinėjamos Turkijos gynybos bendrovės, tarp kurių yra palyginti naujų (2014, 2015 metais įsteigtų) ir įsitvirtinusių (1975 m.) didelių (daugiau nei 9000 darbuotojų) organizacijų. Tyrimas buvo atliktas apjungiant keletą metodų, tarp jų šiame darbe aptartą AHP bei Delfų metodą, kur 17 ekspertų, pirmojo etapo metu nustatė 49 subkriterijus, antrojo – sumažino iki 27, o trečiajame etape gautas 13 subkriterijų sąrašas. Galiausiai

atrinkti 4 kriterijai ir 10 subkriterijų. Kiekvienam kriterijui buvo sukurta porinio palyginimo matrica. Atlikus porinius palyginimus gauti šie rezultatai:

7 Lentelė

Tiekėjų vertinimo kriterijai Turkijos gynybos organizacijose

Kriterijus	Svarba (Svoris)	Subkriterijus	Svarba (Svoris)
Techniniai	0,25	Kokybė	0,083
		Technologijos	0,063
		Produkto veikimas (našumas)	0,104
Finansiniai	0,25	Kaina	0,168
		Produkto tarnavimo laikas	0,082
Socialiniai	0,25	Tvarumas	0,048
		Dvišaliai susitarimai,	0,138
		Apmokymai	0,063
Našumo (angl. <i>performance</i>):	0,25	Tiekėjo patirtis dirbant su produktu	0,171
		Veiklos kontrolė	0,079

Darbo autoriai išvadose pažymi, kad nors techniniai kriterijai (kokybė, technologijos ir produkto veikimas) šioje industrijoje visada yra pirmoje vietoje, tačiau produkto kaina vis tiek yra svarbus kriterijus renkantis tiekėją. Nors panašius pastebėjimus galima išvelgti ir puslaidininkų industrijos analizėje (2.1.), tačiau gynybos ir astronautikos industrija, kitaip, nei puslaidininkų, tam turi labai aiškią priežastį – galutinis prietaiso vartotojas labai dažnai yra apribotas valstybės biudžeto. Taigi, labiau tikėtina, kad šiai industrijai priklausančios organizacijos, iš tiekėjo gavusios pasiūlymą su per didele kaina, tiesiog ieškos kitų sprendimų - alternatyvių komponentų, iš dalies (o gal visiškai) keis produkto dizainą, vietoje to, kad bandytų naudoti techniškai prastesnius ir pigesnius komponentus. Žinoma, tai gali pareikalauti labai daug išteklių, todėl tokios situacijos atveju, organizacija visų pirma turėtų atlikti išsamią tiekėjų apklausą, su tikslu rasti pačios mažiausios kainos pasiūlymą, esant toms pačioms techninėms komponento charakteristikoms.

Dar vienas Turkijoje atliktas tyrimas Deretarla Ö. ir kt. (2023) Ankaroje esančiame institute, kuris specializuojasi dirbdamas su gynybos industrijos organizacijomis. Tyrimo metu autoriai,

remdamiesi literatūra, atrinko 21 kriterijų, o pritaikę AHP kartu su kitais metodais, galiausiai išskyrė 4 galutinius kriterijus:

8 Lentelė

Tiekėjų vertinimo kriterijai Turkijos gynybos tyrimų institute

Kriterijus	Svarba (svoris)
Kaina	0,5579
Kokybė	0,2656
Pristatymas	0,0802
Aptarnavimas	0,0963

Šie du Turkijos gynybos sektoriaus tyrimai B. Güneri ir M. Deveci (2023) , Deretarla Ö. ir kt. (2023) verti atskiro aptarimo. Atrodo, juk ta pati valstybė (Turkija), tas pats gynybos ir astronautikos sektorius, net ir tyrimas atliktas panašiu metu, tačiau kriterijų svarba skiriasi. Taip gali būti, dėl kelių priežasčių:

- Tyrimų institutai yra dar labiau apriboti biudžeto, nei privačios organizacijos yra apribotos valstybės biudžeto.
- Institutams dažnai užtenka prototipo ar įrodyti, jog jų sprendimas veikia, kad būtų galima vykdyti technologijos perdavimą (angl. *technology transfer*) privačiam užsakovui.
- Nedažnas atvejis, kad tyrimų įstaigos, turi „stiprius“ pirkimų padalinius, kurie vertina tiekėjus, atlieka jų atrankas ir seka rodiklius. Taigi, tiekėjų sąrašas gali būti labai ribotas.
- Instituto pirkimo politika, gali reikalauti mažiausios kainos pasiūlymo.
- Tyrime, nagrinėjančiame organizacijas, visiems 4 kriterijams buvo priskirtas lygus svoris, o vertinami tik subkriterijai, atskirose porinio palyginimo lentelėse. Tai reiškia, kad nevertinamas pačio kriterijaus svoris kitų kriterijų atžvilgiu, o tik kaip subkriterijai reitinguojasi kriterijaus „viduje“.

Koblen ir kt. (2013) ypatingai atkreipia dėmesį į produktų kokybės užtikrinimą ir pateikia kokybės standartų, naudojamų astronautikos įmonėse (Boeing, Airbus, Bombardier ir kt.) sąrašą:

9 Lentelė

Kokybės standartai gynybos ir astronautikos industrijoje

Šiaurės Amerika	AS 9100
Europa	EN 9100
Japonija	JISQ 9100

Šaltinis: Sudaryta autoriaus, remiantis (Koblen ir kt., 2013)

Straipsnio autoriai teigia, jog standarto reikalavimas turi būti patenkintas dar prieš svarstant rinktis tiekėją. Į tai turėtų atsižvelgti ir tie tiekėjai, kurie tiekia detales ar medžiagas „Gynybos ir astronautikos“ industrijos tiekėjams.

Standarto svarbą patvirtina ir kiti tyrėjai (Rasmussen ir kt., 2022), kai tyrimo objektas renkasi tiekėją tik turintį AS 9100 ISO standartą. Šiame tyrime taikomi AHP, TOPSIS ir SECA metodai. O tiriama įmonė atskleidžia, kad prieš pritaikant metodiką įmonė atrinkdavo tiekėjus remiantis 4 skirtingo svorio kriterijais: pristatymo laiku (9,8%), kokybe (16,5%), kaina (33,7%), santykiais (40%). Tyrėjai pasiūlė alternatyvius kriterijus, kurie atrinkti remiantis 49 straipsniais publikuotais tarp 1992 ir 2007 ir diskusijomis su įmonėmis. Šie kriterijai yra: lankstumas, finansinis stabilumas, tvarumas, technologijos, kokybė, pristatymas, kaina, asmeniniai santykiai, pristatymo laikas. Įdomu tai, kad jau anksčiau aptartos dimensijos „aptarnavimas“ susilieja su kriterijumi „santykiai“. Akivaizdu, kad santykiai yra dominuojantis kriterijus, o santykiai ir kaina kartu yra absoliučiai dominuojantys. Lyginant su anksčiau šiame darbe aptarta puslaidininkių industrija, kur kaina ir kokybė buvo verti atskiro aptarimo, panašu, kad gynybos ir astronautikos industrija gali turėti visai kitus kriterijų svorius.

Bendrovė Aeoroco (Graham ir kt., 2000) atskleidžia svarbiausius kriterijus lemiančius sėkmingą tiekėjų atranką kariniams pirkimo konkursams. Šie kriterijai yra: kokybė, patikimumas, aptarnavimas, rizika, eksploataavimo trukmės kaina (angl. *lifetime cost*). Taigi, po tyrėjų rekomendacijų, santykių kriterijaus nebelieka, bet atsiranda svarbus naujas kriterijus – eksploataavimo trukmės kaina.

Zhang ir kt. (2012) išskiria informacijos nutekėjimą (t.y. neatsargų, netyčinį konfidencialios informacijos atskleidimą trečiajai šaliai), kaip aktualią problemą. Ši problema aktuali ir fotonikos industrijoje, nes atskleidus pilną lazerio brėžinį ar optinės dangos struktūrą (medžiagas, sluoksnio

storius), informacija gali pasiekti ir konkurentus (tikimybė didėja, kai tas pats tiekėjas aptarnauja kelis konkurentus).

McFadden ir kt. (1995) tiria, kaip astronautikos bendrovė renkasi optinio šviesolaidžio tiekėją vien pagal techninius parametrus, be kainos, aptarnavimo ir pristatymo dimensijų ir kriterijų. Tyrimas pabrėžia standartų svarbą renkantis komponentų tiekėją astronautikos įmonėje.

Apibendrinant 2023 Turkijoje atliktus tyrimus, matome, kad skiriantis kliento kategorijai (privatus ar valstybinis), gali skirtis kriterijai ir jų svoriai. Taigi, atliekant šio darbo tyrimą svarbu identifikuoti kokias kategorijas ekspertas priskiriamas (galime išskirti tris kategorijas: gamintojas, perpardavėjas, tyrėjas). Išanalizavę kitus šio poskyrio tyrimus, matome naujus kriterijus – standartai, rizika ir santykiai.

Nors santykius, esant tam tikroms prielaidoms, galėtume priskirti prie „aptarnavimo“, o rizika ir standartai galėtų būti įvardinti, kaip „diskvalifikuojantys“ kriterijai. „Standartų“ kriterijų vertinti svoriu sudėtinga (arba yra standartai – arba nėra). Svorio vertinimas galėtų atsirasti tais atvejais, kai tiekėjas neturi sertifikato, tačiau turi aprašytus (pvz. kokybės) procesus, tuomet perkanti organizacija juos įvertintų ir nuspręstų, ar jai tokie procesai tinka. Tačiau toks atvejis įmanomas tik tada, kai perkanti organizacija neturi griežto reikalavimo, kad tiekėjas turėtų konkretų sertifikatą. „Rizikos“ kriterijų svoriu įvertinti galima, tačiau gynybos sektoriuje, jis stipriai veikiamas įvairių įstatymų ir kitų teisės aktų, taigi nuo pačios tiekiančios organizacijos, priklauso tik iš dalies.

2.3. Tiekėjų pasirinkimo specifika šviesos diodų (angl. *Light emitting diodes*) industrijoje

Šviesos diodai, Lietuvoje dar populiariai vadinami „šviestukais“. Nors šviesos diodai formaliai irgi yra puslaidininkiai, tačiau šiame darbe jie nagrinėjami, kaip atskira industrija. Šviesos diodai yra arčiausiai galutinio vartotojo lyginant su anksčiau analizuotomis industrijomis. Su jais susiduriame kasdieną – kompiuterių ekranai, lemputes ir kt. Tobulėjant technologijoms atsiranda naujesnės kartos, patobulinimai ir nauji pavadinimai: OLED, QLED, mini-LED, QD-OLED, ir kt. Optiniai komponentai naudojami LED gamyboje panašiuose prietaisuose, kaip ir 2.1. skyriuje minėtame puslaidininkių sektoriuje.

Konsultantų ir įmonės darbuotojų pagalba Yang ir kt. (2011) identifikavo 5 dimensijas (kriterijus) ir 57 subkriterijus. Iš gautų duomenų matome, jog pirkėjui daugiau nei 4 kartus svarbiau

yra pelno marža, nei pati pirkimo kaina. Vertinant kainą (kainodaros lankstumą) iš aptarnavimo kriterijaus perspektyvos matome, jog ekspertai ją nureitingavo į pačią paskutinę vietą, tai daugiau nei 13 kartų mažesnę svarbą turintis subkriterijus už produkto palaikymą ir beveik 7 kartus mažiau svarbus už pristatymą sutartu laiku.

10 Lentelė

Tiekėjų atrankos kriterijai ir subkriterijai LED industrijoje

Kriterijus ir jo reitingas	Kriterijaus svoris	Subkriterijus	Sub-kriterijaus svoris
Finansai - 2	0,293	Pelno marža	0,432
		Kaina	0,098
		Kiti subkriterijai	
Aptarnavimas - 3	0,233	Produkto palaikymas	0,410
		Pristatymas laiku	0,204
		Greitas reagavimas į broką	0,145
		Kainodaros lankstumas	0,030
		Kiti subkriterijai	
Mokymasis - 5	0,069	Tarptautinių standartų sertifikatai	0,319
		Vadovų kaita	0,139
		Tvari ir ekologiška gamyba	0,194
		Labai profesionalūs inžinieriai	0,074
		Kiti subkriterijai	
Reakcija - 4	0,098	Artimi santykiai su pagrindiniais tiekėjais	0,353
		Sugebėjimas vystyti technologijas	0,239
		Kiti subkriterijai	
Gamyba - 1	0,307	Stabili kokybė	0,385
		Patikimumas	0,202
		Defektų skaičius	0,148
		Nestandartinių produktų gamyba	0,032
		Kiti	

Šaltinis: Sudaryta autoriaus remiantis (*Yang ir kt. 2011*)

Lin ir kt. (2014) tyrimo metu ieškojo tiekėjo, pagal vieną kriterijų – aukščiausią išėigą. Porinis palyginimas (angl. *pairwise comparison*) leistų palyginti du tiekėjus tarpusavyje, tačiau, kol geriausias tiekėjas yra nežinomas, ši informacija nebūtų pakankama galutinai nuspręsti, kuris tiekėjas geriausias. Autoriai, remdamiesi MCB (angl. *multiple comparisons with best*), sukūrė metodą, kuriuo galima palyginti vertinamą tiekėją su kontroliniu tiekėju.

Kiti tyrėjai (Tai ir kt., 2018) taip pat vertino tiekėjus pagal išėigą. Kadangi, apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus puslaidininkų mokslinių publikacijų industrijoje nėra labai daug, o šį uždavinį sprendžia keli autoriai, galima teigti, kad proceso išėiga yra svarbus kriterijus tiekėjų atrankai puslaidininkų industrijoje.

Lin ir kt. (2017) analizavo kaip „One belt one Road“ iniciatyvos kontekste vartotojai vertina šviesos diodus. Analizuojama tiekėjų veikla remiantis informacija iš socialinių tinklų. Išskiriami 6 „žalieji“ kriterijai: kokybė, technologinės galimybės, taršos kontrolė, aplinkosaugos valdymas, ekologiški produktai, ekologiškosios kompetencijos. Paieškos vykdomos prie kriterijaus pridėjus žodį LED ir pridėjus One Belt One Road (įvairiomis kombinacijomis). Rezultatai rodo, kad vartotojai susirūpinę dviem kriterijais – kokybe ir ekologiškais produktais, o visi kiti paieškų variantai neparodo jokių reikšmingų rezultatų. Taigi, remiantis šiuo tyrimu galime išskirti dar vieną kriterijų – tiekėjo įvaizdis socialiniuose tinkluose (šio tyrimo metu, tai buvo „žalumo kriterijus“), tačiau nereiktų juo apsiriboti).

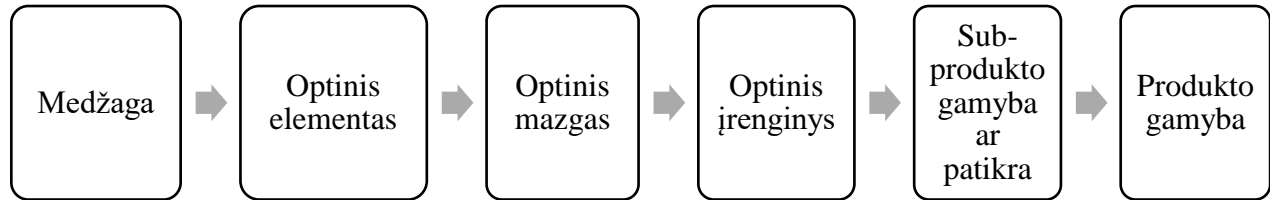
Tao ir kt. (2022) pristato PLCC (angl. *product life cycle cost*) modelį, kuriuo remiantis sprendimui priimti reikalingi parametrai: prekės paklausa per laikotarpį, tiekėjų kiekis, vieneto kaina, išėiga (%), pavėlavusių detalių dalis (%), PLCC, didžiausias galimas užsakyti kiekis (vnt.), tiekėjo reitingas, mažiausias užsakymo dydis (MOV, angl. *minimal order value*), pasiūlymo lankstumas, lankstumo apatinė riba, biudžeto apribojimai. Iš kriterijų matome, jog pirkėjui svarbu ekstremumai (didžiausios ir mažiausios vertės). Įvestas ankstesniuose skyriuose nepaminėtas parametras PLCC, kurį galima būtų sutapatinti su anksčiau aptartu kriterijumi „produkto eksploataavimo trukmės kaina“ gynybos ir astronautikos industrijoje.

Ši industrija yra daug arčiau galutinio vartotojo (11 paveikslas), o tai matome ir pačiuose tyrimuose, kuriuose atsiranda dar 2.1. ir 2.2 skyriuose neminėti kriterijai – taršos kontrolė, ekologiškumas, aplinkosaugos valdymas, produkto palaikymas. Ši industrija yra gerokai toliau tiekimo grandinėje lyginant su anksčiau aptartais puslaidininkiais (sub-produktas) ir panašiu atstumu

kaip gynybos ir astronautikos industrija, tačiau pastaroji yra smarkiai reguliuojama ir naujų svarbių kriterijų atsiradimas nėra toks dažnas atvejis, kaip parduodant kasdienio naudojimo produktus.

11 Paveikslas

Supaprastinta tiekimo grandinė LED industrijoje



Šaltinis: Sudaryta darbo autoriaus

Nors 2.1. ir 2.2. poskyriuose šie kriterijai nėra paminėti, o optiniai elementai tiekimo grandinėje yra gana toli nuo šiuos kriterijus keliančių galutinių vartotojų, tačiau visiškai naujų kriterijų ignoruoti nereiktų, nes tikėtina, galiausiai, jie gali pradėti keliauti tiekimo grandine atgal (t.y. jei vartotojams svarbu ekologiškumas, jie to reikalauja iš produkto (pvz. televizoriaus) gamintojo, kuris gali pradėti reikalauti iš sub-produkto gamintojo ir t.t.). Toks galimas kriterijų migracijos procesas nėra plačiai iširtas, todėl sunku pasakyti, kiek (matuojant laiką, svori ir kt.) kriterijus (pvz. ekologiškumas) turi būti svarbus galutiniam vartotojui, kad prasiskverbtų per visą tiekimo grandinę iki komponentų, o ypač sudėtingose aukštųjų technologijų industrijose.

2.4. Tiekėjo pasirinkimo kriterijų aukštųjų technologijų industrijose apibendrinimas

Mokslinėje literatūroje dominuoja išskirstymas į 4 dimensijas – kaina, aptarnavimas, pristatymas, kokybė. Kai kuriose publikacijose atsiranda ir penktoji (lankstumo, santykių, dvišalių susitarimų) dimensija. Remiantis šiomis 4(5) dimensijomis, galima išskirti pagrindinius kriterijus, kuriais pagal kuriuos pasirenkamas tiekėjas. Kiekviena dimensija-kriterijus turi sudedamuosius subkriterijus, kurie dažniausiai jau yra labai susiję su industrijos, produkto ar pačios bendrovės specifika. Remiantis šiame darbe apžvelgta mokslinė literatūra galime išskirti šiuos kriterijus ir orientacinius subkriterijus:

11 Lentelė

Nagrinėtoje literatūroje dažniausiai paminėtų tiekėjų atrankos kriterijų sąrašas

Kriterijus	Sąvoka	Šaltiniai
Kokybė	Produkto kokybė, kokybės standartai, defektų skaičius, MTEP veikla, detalių tikslumas, kokybės stabilumas (atsikartojanti kokybė), proceso išeiga ir kt.	Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019), Rasmussen ir kt. (2022) Graham ir kt. (2000) Yang ir kt. (2011) Lin ir kt. (2017) Tao ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)
Kaina	Tai su perkamo produkto kaina susijusių subkriterijų visuma. Kaina nėra tiesiog skaičius pasiūlyme, ji gali apimti įvairius kaštus – pristatymo kaina, eksploatavimo kainą ir kitas finansines dedamąsias.	Rostamzadeh (2014) Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Vijayakumar ir kt. (2019) Rasmussen ir kt. (2022) Graham ir kt. (2000) Yang ir kt. (2011) Tao ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)
Pristatymas	Siūlomas pristatymo laikas, atitikimas pasiūlytam pristatymo laikui, pristatytas kiekis, greitas pristatymas esant skubiam atvejui, įpakavimas, t.t	Jeonghwan, ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019) Rasmussen, ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023)

Aptarnavimas	Reakcijos į užklausą greitis, požiūris į problemas, bendradarbiavo istorija, asmeniniai santykiai.	Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019) Graham ir kt., (2000) Yang ir kt. (2011) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)
Lankstumas	Įvairios nuolaidos, maži užsakymai ir galimybė pasiekti įvairius nestandartinius susitarimus. Labiau būdingas mažesnėms įmonėms, kurios neturi ypač detalizuotų ir griežtų procesų.	Rasmussen, ir kt. (2022) Jeonghwan, ir kt. (2011) Tao ir kt. (2022) B. Güneri ir M. Deveci (2023)

Reiktų nepamiršti, kad net ir įvertinus, visus kriterijus, svarbu atsižvelgti į tai, koks produktas perkamas ir iš kokio tiekėjo:

- **Žinomų produktų pirkimas** (pasikartojantys pirkimai) – atsakingas už pirkimus asmuo jau turės visą informaciją apie produktą ir tiekėją, o tai reiškia, jog bendrovėje jau egzistuoja palankiai vertinamas(-i) tiekėjas(-ai).
- **Naujų produktų pirkimas** (nauji pirkimai) – atsakingas už pirkimus asmuo turi išsiųsti užklausas potencialiems tiekėjams ir tik gavęs pasiūlymus, remdamasis tam tikrais kriterijais, įvertina pasiūlymą, įvertina tiekėją ir priima sprendimą, iš kurio tiekėjo pirkti produktą.

Lyginti, atrodytų, dėl duomenų trūkumo nepalyginamus tiekėjus, gali padėti kriterijų sugrupavimas į dideles grupes.

Kriterijų sutraukimas į dideles grupes

Kang ir kt. (2010), Lin ir kt. (2010), Jeonghwan ir kt. (2011) tyrėjai bando sugrupuoti kriterijus į dvi dideles grupes ir vertinti tas grupes nepriklausomai:

- Kokybiniai ir kiekybiniai
- Tiekėjo ir įrangos
- Kainos ir kiti

Kyla klausimas - kuo tai naudinga, nepaisant to, kad yra palengvinami skaičiavimai? Galbūt, tam tikrais atvejais tai palengvintų sprendimą, jei galime neatsižvelgti į kurią nors grupę.

Žemiau pateikiami keli hipotetiniai pavyzdžiai kiekvienam grupavimo atvejui.

Pavyzdys nr. 1: „kokybinių ir kiekybinių“ atvejis. Kokybinius kriterijus (MTEP pajėgumai ir santykiai) galima atmesti, jei nusprendžiame sprendimą priimti vien pragmatiškai (pagal kiekybinius parametrus), tai būtų naudinga, jei negalime gauti pakankamai informacijos apie tiekėjus (tiesiog kokybinių kriterijų grupę išimame iš vertinimo) arba nesiekiamo ilgalaikio bendradarbiavimo.

Pavyzdys nr. 2: „tiekėjo ir įrangos“ atvejis. Jei visų tiekėjų įranga vienoda ir inžinieriai turi tas pačias kompetencijas (pvz. atžalinės įmonės iš tos pačios laboratorijos), tuomet galima būtų vertinti tik „tiekėjo“ grupę. Tačiau tokie atvejai nėra įprastiniai, o retos išimtys.

Pavyzdys nr. 3: „kainos ir kiti“ atvejis. Jei visi tiekėjai pasiūlo identišką kainą, arba yra tik nežymus skirtumas, vertiname tik „kiti“ kriterijų grupę. Šiame darbe, kiekvienoje industrijoje aptarti tyrimai (Wakeel ir kt., 2020; Tai ir kt., 2018; McFadden ir kt., 1995; Lin ir kt., 2014), kuriuose tiekėjo vertinime visai nėra kainos kriterijaus. O kiti tyrėjai (Lin ir kt., 2010; Vijayakumar ir kt., 2019) atlikdami vertinimą tiesiog atskyrė kainą nuo kitų dimensijų.

Kas svarbiau - kaina ir kokybė?

Remiantis tyrimų rezultatais, pasakyti, kuris iš jų svarbesnis priklauso nuo to, kaip interpretuosime duomenis. Gali susidaryti įspūdis, kad kokybė formaliai yra svarbesnė už kainą. Tačiau jei atidžiau panagrinėsime Cheng ir kt. (2009) tyrimą, kai „Kaina“ yra vos 5 vietoje iš 7, o vienintelis kainos subkriterijus yra 1 iš 14, galėtų reikšti, kad į kainą atkreipiamas didžiausias dėmesys, tačiau pradedant kritiškai vertinti visų kriterijų visumą, didesnę svorį turi kokybė.

Vijayakumar ir kt. (2019) iškėlė hipotezę, kad „kaina turi teigiamos įtakos pirkėjo-tiekėjo ilgalaikiams santykiams“, bet ši hipotezė nebuvo patvirtinta, o analogiška hipotezė su kokybe buvo patvirtinta. Kaina, yra panašios svarbos kaip kokybės kriterijus, tačiau nėra absoliučiai dominuojantis kriterijus renkantis tiekėją puslaidininkių industrijoje.

Panašumai renkantis tiekėją skirtingose aukštųjų technologijų industrijose

Visose trijose industrijose nėra akivaizdžiai dominuojančios dimensijos ar vieno kriterijaus, o dažnai visų dimensijų svoriai pasiskirsto apylygiai.

Eksploatacijos trukmės kaina („Gynybos ir astronautikos“ industrijose) bei produkto gyvavimo trukmės ciklo kaina („Šviesos diodų“ industrijose), esant tam tikroms prielaidoms, galime laikyti tuo pačiu kriterijumi.

Šviesos diodų industrijose tiekėjo pasirinkimas labiau panašesnis į puslaidininkų industriją nei į gynybos ir astronautikos industriją, nors ir turi panašių kriterijų (pvz.: PPLC ir eksploataavimo kaina). Remiantis apžvelgtais tyrimais, galime išskirti keletą kriterijų:

- Ekologiškumas (žalieji kriterijai)
- Įvaizdis socialiniuose tinkluose
- PPLC (produkto gyvavimo ciklo kaina)

Skirtumai renkantis tiekėją skirtingose aukštųjų technologijų industrijose

„Gynybos ir astronautikos“ industrijose išskirtinai svarbus standartų kriterijus ir galima daryti prielaidą, kad šioje industrijose gali būti ir papildomų užslėptų kriterijų (pvz. geopolitiniai ar pan.), kurie visai gali pašalinti tiekėją iš atrankos.

„Gynybos ir astronautikos“ industriją lyginant su „puslaidininkų industrija“ galima išskirti papildomus kriterijus, kurie svarbūs renkantis tiekėją:

- Informacijos nutekėjimo rizika
- Kokybės sertifikatai (standartai)
- Eksploataavimo trukmės kaina
- Santykiai

Nors apžvelgtuose tyrimuose autoriai neišskyrė geopolitinių kriterijų, gynybinių aljansų kriterijų ir kt. kriterijų, industrijos specifika yra tokia, kad tam tikrų faktų (kriterijų) vertinimas yra tiesiog TAIP arba NE ir jų negalima įvertinti „Svorium“. Analogiškai, kaip anksčiau aptartuose (Koblen

ir kt., 2013 ; Rasmussen, 2022) tyrimuose, kuriuose pabrėžiami kokybės standartai, jei tiekėjas neatitinka tų kriterijų jis net nėra svarstomas ir neįtraukiamas į atranką.

„Šviesos diodų“ industrija skiriasi nuo „puslaidininkų“ ir „gynybos ir astronautikos“ industrijų, nes yra gerokai arčiau galutinio vartotojo, taigi renkantis komponentų teikėją šviesos diodų gamybai, galutinio vartotojo keliami kriterijai gali įtakoti tiekėjo pasirinkimą dar medžiagų pirkimo etape.

3. TYRIMO METODOLOGIJA

Šiame skyriuje pateikiami tyrimo tikslai, pagrindiniai tyrimo klausimai, loginė tyrimo eigos seka, priemonės, interviu eigos scenarijus ir kitų tyrimo priemonių aprašymai.

3.1. Tyrimo struktūra

Tyrimo tikslas: Išsiaiškinus, kokiais kriterijais ir subkriterijais remdamiesi fotonikos organizacijų atstovai pasirenka optinių komponentų tiekėją, įvertinti kokie kriterijai svarbiausi ir kiek jie svarbūs lyginant su kitais kriterijais. Pateikti praktinio pritaikymo rekomendacijas ir sukurti tiekėjų atrankos modelio gaires (principą).

Pagrindiniai tyrimo klausimai

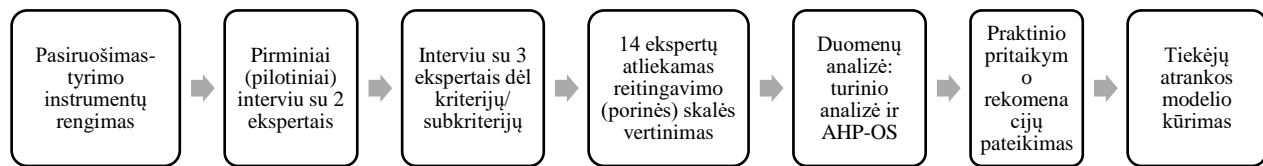
1. Nustatyti, kokie kriterijai ir kokia svarba įtakoja fotonikos organizacijų sprendimą rinktis optinių komponentų tiekėją.
2. Remiantis interviu ir apklausos rezultatais, apibendrinti tiekėjų pasirinkimo kriterijų įtaką renkantis optinių komponentų tiekėją fotonikos industrijoje.
3. Palyginti fotonikos industrijos kriterijus renkantis optinių komponentų tiekėją su kitų aukštųjų technologijų industrijų – puslaidininkių, gynybos ir astronautikos bei šviesos diodų industrijų kriterijais renkantis tiekėją.
4. Remiantis pusiau struktūruotais interviu, įvardinti kokiam pirkimų tipui(-ams) (pagal Bunn, 1993) priskiriami optinių komponentų pirkimai fotonikos bendrovėse.
5. Sukurti tiekėjų atrankos modelio gaires.

Tyrimo planas

Tyrimo planą galima suskirstyti į septynis etapus atvaizduotus 12 paveiksle:

12 paveikslas

Loginė tyrimo eigos seka



1. **Pirmasis etapas** – pasiruošimas

1.1. Remiantis mokslinės literatūros apžvalgoje nustatytais pačiais svarbiausiais kriterijais (11 lentelė), kurie lemia tiekėjo pasirinkimą panašiuose sektoriuose (puslaidininkių, šviesos diodų, gynybos ir astronautikos), suformuoti:

1.1.1. pusiau struktūruoto ekspertų interviu klausimyną. Jis pateiktas 3 priede.

1.1.2. kriterijų palyginimo lentelę, kuri pateikta 5a ir 5b prieduose.

2. **Antrasis etapas** – pirminiai (pilotiniai) interviu

2.1. Atlikti 2 pirminius interviu su pilotiniais ekspertais, naudojantis priemonėmis nurodytomis 1.1.1. ir 1.1.2. punkte.

2.2. Remiantis interviu atsakymais, atlikti interviu klausimyno ir reitingavimo skalės korekcijas.

3. **Trečiasis etapas** – interviu su 5 ekspertais, remiantis 1.1.1. ir 1.1.2. punkte paminėtomis priemonėmis ir 4a ir 4b priede pateiktomis kriterijų svarbos lentelėmis

3.1. Atlikti interviu su 3 ekspertais, turint tikslą praplėsti kriterijų ir subkriterijų sąrašą.

3.2. Remiantis ekspertų rekomendacijomis, atlikti reitingavimo (porinės) skalės korekcijas.

4. **Ketvirtasis etapas** – ekspertų atliekamas kriterijų reitingavimo (porinės) skalės vertinimas.

4.1. Išsiųsti ekspertams vertinimo skalę (Galutinė skalė pateikta 18 Priede) ir sėkmingai surinkti 14 užpildytų skalių.

5. **Penktasis etapas** – duomenų analizė

5.1. Interviu duomenų, surinktų 3 etapo metu, analizė. Naudojamas turinio analizės metodas.

5.2. Užpildytų klausimynų duomenų, surinktų 4 etapo metu, analizė – remiantis AHP analizavimo įrankiu (AHP-OS) nustatytų kriterijų svarbą.

6. **Šeštasis etapas** – praktinio pritaikymo rekomendacijų pateikimas
 - 6.1. Remiantis duomenimis ir rezultatais, pateikiamos išvalgos, kur ir kaip galima praktiškai pritaikyti rezultatus
7. **Septintas etapas** – tiekėjų atrankos modelio kūrimas
 - 7.1. Remiantis tyrimo duomenimis ir rezultatais sukurti tiekėjų atrankos modelio gaires.
 - 7.2. Pateikti pritaikymo pavyzdį.

Tyrimo duomenys bus renkami 2, 3 ir 4-tame tyrimo etapuose, o juose tyrimo dalyviams keliami reikalavimai šiek tiek skiriasi – kuo mažesnė imtis (grupė), tuo svaresnės (ilgesnės) patirties ekspertai pasirenkami.

Pilotinis ekspertas (pirminiai interviu) – bent 20 metų fotonikos industrijoje dirbantis asmuo, turintis bent jau fizikos magistro išsilavinimą (išmanantis optinių komponentų savybes) bei yra dalyvavęs optinių komponentų pirkimuose įvairiuose lygiuose (savo karjeros metu dirbęs tiek specialisto lygmens pozicijose, tiek fotonikos sektoriaus bendrovės vadovo pozicijose).

Interviu ekspertas (interviu su ekspertais) – bent 5 metus fotonikos industrijoje dirbantis asmuo, išmanantis optinių komponentų savybes bei dalyvaujantis optinių komponentų pirkimuose.

Klausimyno ekspertas (reitingavimo skalės vertinimas) – bent 3 metus fotonikos industrijoje dirbantis asmuo, išmanantis optinių komponentų savybes bei dalyvaujantis optinių komponentų pirkimuose.

Pusiau struktūruoto interviu klausimynas

12 lentelėje pateiktas pusiau struktūruoto interviu klausimynas. Pirmojoje dalyje (1-3 klausimai) patvirtinamas eksperto tinkamumas. Kadangi ekspertų skaičius nėra didelis ir informacija apie juos yra viešai prieinama socialiniuose tinkluose ar įmonių interneto svetainėse, apsiribojama esminių faktų patikrinimu, o daugiau laiko skiriama būtent tyrimo klausimams. Antrojoje dalyje (4-11 klausimai) užduodami klausimai apie kriterijus, kurie sudaryti remiantis 2.4. poskyryje esančia 11 lentele bei paprašoma įvardinti papildomus kriterijus ir užduodamas atvirkštinis klausimas. Paskutinėje dalyje (12-13 klausimai) užduodami du klausimai apie sprendimo priėmimą, atsakymai į juos padės priskirti optinių komponentų pirkimą tam tikram tipui. Reikalui esant gali būti užduodami papildomi (14-15 klausimai) ar kiti klausimai.

12a Letnelė

Pusiau struktūruoto interviu klausimynas

Klausimas	Tikslas	Literatūros šaltiniai (aukštųjų technologijų industrijoje)
1. Koks Jūsų išsilavinimas?	Patvirtinti kompetenciją, sužinoti kokiam pirkimo lygyje dalyvauja (perka pats, nurodo pirkti, stebi (prižiūri) ar kt.)	
2. Koks Jūsų darbo stažas fotonikos industrijoje?		
3. Papasakokite apie savo patirtį perkant optinius komponentus?		
4. Kokie yra Jums svarbiausi kriterijai renkantis optinių komponentų tiekėją?	Nustatyti pasirinkimo kriterijus (palyginti su literatūros apžvalga panašiuose sektoriuose)	
5. Papasakokite kodėl ir kuo svarbi optinio komponento kokybė ? 5.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda kokybė?	Sužinoti kodėl ir kuo svarbi įmonei yra elemento kokybė ir išsiaiškinti subkriterijus	Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt., (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019) Rasmussen ir kt. (2022) Graham ir kt. (2000) Yang ir kt. (2011) Lin ir kt. (2017) Tao ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)
6. Papasakokite kodėl svarbi optinio komponento kaina ?	Sužinoti kodėl ir kuo svarbi įmonei yra elemento kaina ir	Rostamzadeh (2014) Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Vijayakumar ir kt. (2019)

<p>6.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda kaina?</p>	<p>išsiaiškinti subkriterijus.</p>	<p>Rasmussen ir kt.. (2022) Graham ir kt. (2000) Yang ir kt. (2011) Tao ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)</p>
<p>7. Standartiniai elementai gali atkelti greitai, o sudėtingą gamybą užtrunka, kaip manote, kiek svarbus jums yra pristatymas (laikas, įpakavimas), perkant optinius komponentus ? 7.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda pristatymo kriterijus?</p>	<p>Sužinoti kodėl ir kuo svarbus įmonei yra pristatymas ir įpakavimas ir išsiaiškinti subkriterijus.</p>	<p>Jeonghwan, ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019) Rasmussen ir kt. (2022) Deretarla Ö. ir kt. (2023)</p>
<p>8. Kaip esant problemai su elementu jus turėtų aptarnauti tiekėjas ? (Idealiu atveju) 8.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda aptarnavimo kriterijus?</p>	<p>Sužinoti svarbiausius aptarnavimo subkriterijus ir kuo jie svarbūs ir išsiaiškinti subkriterijus.</p>	<p>Jeonghwan ir kt. (2011) Cheng ir kt. (2009) Lin ir kt. (2010) Vijayakumar ir kt. (2019) Graham ir kt., (2000), Yang ir kt. (2011) Deretarla Ö. ir kt. (2023) B. Güneri ir M. Deveci (2023)</p>
<p>9. Kaip svarbu Jums yra tiekėjo lankstumas – galimybė daryti mažus nestandartinius</p>	<p>Sužinoti kuo įmonei svarbus lankstumas ir koks būtent lankstumas ir</p>	<p>Rasmussen ir kt. (2022) Jeonghwan ir kt. (2011) Tao ir kt. (2022) B. Güneri ir M. Deveci (2023)</p>

užsakymus, pasiekti nestandartinius susitarimus ? 9.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda lankstumas ?	išsiaiškinti subkriterijus.	
10. Kas dar Jums svarbu renkantis tiekėją ?	Sužinoti papildomus kriterijus (jei tokių yra)	
11. Kokios gali būti priežastys nepirkti optinio komponento iš specifinio tiekėjo ?	Diskvalifikuojančių faktorių identifikavimas.	
12. Kokie žmonės būna įtraukti į sprendimo pirkti procesą ?	Kiek plačiai pirkimo procesas apima organizaciją. – nustatyti kokios rūšies pirkimas yra optinių komponentų pirkimas	
13. Kas priima galutinį sprendimą?	Kas yra sprendimus priimančią žmogus	

12b lentelė

Papildomi tyrimo klausimai

Papildomas klausimas
14. Minėjote kriterijų X. Kuo jis jums svarbus ?
15. Kriterijus Y jums visai nesvarbus, kodėl ?

Porinio palyginimo skalė

Remiantis 11 lentele suformuotos poros, kad visi kriterijai būtų palyginami vienas su kitu. Skalė sugraduojama pagal AHP metodo reikalavimus. Pirminių interviu metu pasitvirtino prielaida, kad į visus populiariausius literatūroje aprašytus kriterijus (11 lentelė) yra atsižvelgiama renkantis tiekėją. Remiantis pirmojo apklausto eksperto grįžtamuju ryšiu kriterijai atskirti aiškiau (priminę skalę galima rasti 7 priede), pateiktos papildomos instrukcijos. Lentelės pildymo instrukcijas su pavyzdžiais pateiktos 5a ir 5b priede.

13 Lentelė
Porinio palyginimo skalė

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Kaina																		Kokybė
Kaina																		Aptarnavimas
Kaina																		Pristatymas
Kaina																		Lankstumas
Kokybė																		Aptarnavimas
Kokybė																		Pristatymas
Kokybė																		Lankstumas
Aptarnavimas																		Pristatymas
Aptarnavimas																		Lankstumas
Pristatymas																		Lankstumas

Remiantis interviu su abejais ekspertais, sukurta papildoma „įžanginė“ kriterijų svarbos skalė (14 lentelė), kurioje ekspertai įvertins kriterijus hierarchijos tvarka. Šie duomenys leidžia tiksliau interpretuoti rezultatus, tais atvejais, jei pastovumas „porinio palyginimo skalėje“ viršija nustatytą ribą (CR<10%). Išsamus pildymo paaiškinimas su pavyzdžiais pateiktas 4a ir 4b prieduose.

14 Lentelė
Kriterijų svarbos skalė

Hierarchija	Kriterijus
	Kaina
	Kokybė
	Aptarnavimas
	Pristatymas
	Lankstumas

Jei 3 etape vykdant interviu su 5 ekspertais paaiškėtų naujų kriterijų, tuomet 13 ir 14 lentelėse esančių kriterijų sąrašas turėtų būti papildytas ir tik tuomet atliekamas ketvirtojo etapo tyrimas.

AHP kriterijų reitingavimo analizės įrankis AHP-OS.

AHP-OS įrankį sukūrė BPMSG (Business Performance Management SinGapore), organizacijos registracijos numeris UEN 53357427K. Ši organizacija siūlo profesionalias konsultacijas visais verslo našumo ir valdymo klausimais, taip pat – AHP proceso praktinius mokymus. Pačią programinę įrangą galima rasti šiuo adresu: <https://bpmsg.com/ahp/>, o detalus šios programinės įrangos veikimo aprašymas: <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590>, programinės įrangos naudojimo instrukcija (lietuvių kalba), parengta darbo autoriaus, yra pateikta **6 priede**.

Ekspertams pateikiama 5a ir 5b prieduose esanti pradinė kriterijų vertinimo lentelė ir ją užpildžius, duomenys suvedami į AHP-OS ir gaunami svarbiausi rezultatai:

- Atsakymų pastovumo rodiklis - CR (angl. *consistency ratio*)
- Kriterijų svarba (angl. *weight*)
- Paklaidos (įtakotos atsakymų pastovumo rodiklio)

Pirminių interviu metu nustatyti prioritetai pateikti **8 priede**.

Pirkimo tipo nustatymas remiantis pirminiais interviu

Remiantis interviu nustatomi pirkimo tipai. Pirminių interviu rezultatai, sufleruoja, kad optinių komponentų pirkimas fotonikos bendrovėse, greičiausiai patenka į kurį nors iš šių tipų:

- **Naujas pirkimas, reikalaujantis sprendimo priėmimo** – naujam produktui su nestandartinėmis charakteristikomis.
- **Kompleksinis modifikuotas pakartotinis pirkimas** – pasikartojančiam nestandartiniam produktui.
- **Paprastas modifikuotas pakartotinis pirkimas** – pagrindams (ruošiniams), standartiniams komponentams.

Nors optinių komponentų pirkimas neturi strateginio pirkimo požymių, tačiau paprastai reikalauja išsamaus tiekėjų vertinimo.

3.2. Interviu eigos scenarijus

Kadangi po pilotinio interviu, ekspertai nepateikė pasiūlymų pusiau struktūruoto interviu daliai, o iš tyrėjo pusės komplikuoūtų vietų taip pat nepastebėta, taigi trečiojo tyrimo etapo interviu metu užduodami tie patys klausimai, kaip ir pilotiniame interviu.

1. Pasisveikinimas, prisistatymas bei interviu tikslo pristatymas

Laba diena, esu Ernius Karolis Kapačinskas, vykdau tyrimą apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus aukštųjų technologijų organizacijose, specifiskai – fotonikos sektoriaus organizacijose. Tyrimo tikslas išsiaiškinti kokiais kriterijais remdamiesi fotonikos organizacijų atstovai pasirenka tiekėją, taip pat – kokie kriterijai svarbiausi ir kiek jie svarbūs lyginant su kitais kriterijais.

2. Interviu principų, procedūrų paaiškinimas, atsakymas į respondento klausimus

Interviu struktūra yra tokia – Pirmoje dalyje aš užduosiu kelis atvirus klausimus, Jūs pasistengsite kuo išsamiau į juos atsakyti. Antroje dalyje paprašysiu jūsų atlikti porinius palyginimus (kaip tą atlikti paaiškinsiu po pirmosios dalies).

3. Apšilimas

Užduodami keli iš dalies susiję klausimai, priklausomai nuo situacijos.

4. Interviu

Užduodami pagal 12 lentelę esančią sudaryti klausimai (3 priedas).

5. Reitingavimo lentelės principų ir procedūrų paaiškinimas, atsakymas į respondento klausimus

5.1. Pirmosios lentelės pildymas

Ekspertui pateikiama lentelė (4a ir 4b priedas).

Šioje lentelėje matote kriterijus. Sureitinguokite kriterijus nuo svarbiausio (1) iki mažiausiai svarbaus (5)

5.2. Antrosios lentelės pildymas

Ekspertui pateikiama lentelė (5a ir 5b priedas).

Šioje lentelėje matote eilutes. Kiekvienoje eilutėje yra du kriterijai – vienas kairėje, o kitas dešinėje. Vertinimas atliekamas lyginant vieną kriterijų su kitu, jei pažymite „1“, reiškia abu kriterijai yra visiškai vienodai svarbūs, jei pvz. „3“, tai reiškia, kad vienas kriterijus šiek tiek svarbesnis už kitą, jei „9“ vienas kriterijus visiškai vienareikšmiškai svarbesnis už kitą.

Šiame lape taip pat matote pavyzdžius, kaip priklausomai nuo situacijos reikėtų vertinti

6. Respondentas atlieka reitingavimą.

Priklausomai nuo aplinkybių (laiko), iškarto atliekamas duomenų įvedimas į AHP-OS ir patikrinamas atsakymų pastovumas. Jei jis netinkamas ($CR > 10\%$) – respondentui pranešama, kad yra neatitikimų ir paprašoma pakoreguoti atsakymus.

„Gavome duomenų įvesties analizavimo programos pranešimą, kad ne visi atsakymai yra pastovūs. Pranešimas siūlo atlikti tokias korekcijas“ (Respondentui parodomi pasiūlymai)

Atliekamos (arba neatliekamos korekcijos)

7. Apibendrinimas, padėkojimas, atsisveikinimas

Ačiū už Jūsų atsakymus, ar norėtumėte vakare gauti Jūsų AHP reitingavimo rezultatus su komentarais?

Po šio etapo dar bus atliekamas ekspertinis reitingavimas (panašus į lentelę, kurią dabar pildėte), tačiau nuotoliniu būdu – bus atsiųsta lentelę ir reikės ją užpildyti. Ar sutiktumėte dalyvauti ?

Ačiū už skirtą, gražios dienos.

3.3. Porinio palyginimo apklausos scenarijus

Korekcijos atliktos palyginimo lentelėje, remiantis pilotinio interviu duomenimis.

Vien tik pirmojo eksperto grįžtamuoju ryšiu:

1. Porinio palyginimo poros atskirtos daug aiškiau (skirtingose puslapio pusėse)

Abiejų ekspertų interviu:

2. Sukurta papildoma įžanginė lentelė (neporiniam kriterijų vertinimui), tiems atvejams, jei nebūtų galimybės interviu metu patikrinti klausimų pastovumo (CR).

Atnaujinta porinio palyginimo lentelė pateikta 5a ir 5b prieduose

Jei (3) etape vykdant interviu su 5 ekspertais paaiškės naujų kriterijų, tuomet 13 ir 14 Lentelėse esančių kriterijų sąrašas bus papildytas ir tik tuomet atliekamas ketvirtojo etapo tyrimas.

Ekspertams bus siunčiami el. laiškai arba žinutės su prisegtomis 4a ir 5a arba 4b ir 5b lentelėmis. Priklausomai nuo situacijos siunčiamo laiško turinys:

Naujiems ekspertams

Labą dieną, esu Ernius Karolis Kapačinskas, vykdu tyrimą apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus aukštųjų technologijų organizacijose, specifiskai – fotonikos sektoriaus organizacijose. Tyrimo tikslas išsiaiškinti kokiais kriterijais remdamiesi fotonikos organizacijų atstovai pasirenka tiekėją, taip pat – kokie kriterijai svarbiausi ir kiek jie svarbūs lyginant su kitais kriterijais. Norėčiau paprašyti Jūsų skirti kelias minutes ir užpildyti šiame faile esančias dvi lenteles.

Jau apklaustiems ekspertams

Labą dieną, esu Ernius Karolis Kapačinskas, vykdu tyrimą apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus aukštųjų technologijų organizacijose, specifiskai – fotonikos sektoriaus organizacijose. Po mūsų interviu minėjote, jog sutinkate sudalyvauti galutinėje apklausoje. Norėčiau paprašyti Jūsų skirti kelias minutes ir užpildyti šiame faile esančias dvi lenteles.

Anglų kalba naujiems ekspertams

Hello, my name is Ernius Karolis Kapačinskas, I am researching determining criteria of supplier selection in high tech organizations, specifically – photonics sector. The goal of the research is to find out what criteria and how important they are when comparing to each other. I kindly ask You to spare a few minutes to fill two tables in the attached file.

Lentelės taip pat gali būti įteiktos gyvai, paaiškinant tyrimo tikslus.

Laba diena, esu Ernius Karolis Kapačinskas, vykdau tyrimą apie tiekėjų pasirinkimo kriterijus aukštųjų technologijų organizacijose, specifiskai – fotonikos sektoriaus organizacijose. Tyrimo tikslas išsiaiškinti kokiais kriterijais remdamiesi fotonikos organizacijų atstovai pasirenka tiekėją, taip pat – kokie kriterijai svarbiausi ir kiek jie svarbūs lyginant su kitais kriterijais. Norėčiau paprašyti Jūsų skirti kelias minutes ir užpildyti šias dvi lenteles.

Laiško (žinutės, pokalbio) turinys gali būti keičiamas priklausomai nuo situacijos, tačiau turi būti aiškiai iškomunikuotas darbo tikslas ir pildymo instrukcijos, o jei ekspertams iškiltų klausimų į juos būtų atsakoma.

4. TYRIMŲ REZULTATAI IR APTARIMAS

4.1. Pusiaus struktūruotas ekspertų interviu

Ekspertų kodavimas

Dėl konfidencialumo ekspertų tapatybės darbe neatskleidžiamos. Interviu ekspertai koduojami dviejų raidžių ir skaičiaus kodu. I – nurodo, kad tai būtent „Interviu“ ekspertas, E – nurodo, kad tai „Ekspertas“ ir skaičius (nuo 1 iki 5), nurodo interviu eksperto numerį.

Ekspertai IE1, IE2, IE3, IE4 taip pat dalyvavo ir anketinės apklausos tyrimo dalyje, jie gavo atitinkamus kodus ir kaip anketos ekspertai. Toje tyrimo dalyje ekspertai žymimi E1-E14 (kur E reiškia „Ekspertas“, o skaičiai 1-14 – eksperto numeris). Ekspertas IE5 dalyvavo tik interviu tyrimo dalyje.

Po praeitame etape atliktų pirminių 2 interviu (gyvai su ekspertais IE1 ir IE2), šiame etape buvo atlikti dar 3 interviu (telefonu su ekspertais IE3, IE4 ir IE5). Kadangi klausimyno struktūra ir klausimai nepasikeitė, tai paprastumo dėlei šiuos du etapus nagrinėsime kaip vieną. 15 lentelėje pateikta trumpa santrauką apie interviu trukmę.

15 Lentelė

Pusiaus struktūruoto ekspertų interviu ekspertų patirtis ir interviu trukmė

Eksperto kodas	Patirtis (metai)	Interviu trukmė (minutės)
IE1	20	35:40
IE2	21	33:00
IE3	24	34:40
IE4	7	27:20
IE5	6	21:17

Turinio analizė

Kiekvieno kriterijaus klausimu suformuojami teiginiai, su kuriais sutinka visi ar dalis ekspertų. Jie pateikiami lentelėse, kurios formuojamos konkretaus kriterijaus pagrindu (kiekvienam kriterijui skiriama atskira analizės lentelė).

Kainos kriterijaus analizė

16 Lentelė

Kainos kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Kaina	Kartu su kaina vertinamas greitis ir (arba) kokybė	<p>Pagrindiniai mūsų kriterijai yra Kokybė tiekimo terminai ir kaina bei tam tikros techninės tiekėjo žinios. [IE1]</p> <p><..> rasti teisingą balansą tarp aukštos kainos ir aukštos kokybės <..> [IE1]</p> <p><...> Kokybė, kaina, pristatymo laikas <...> [IE2]</p> <p>Kaina, kaina už apimtį. Terminas pristatymo. Kokybė. [IE3]</p> <p><...> kainą dar visada sveriamo atsižvelgiant į komponento kokybę ir pristatymo greitį <...> [E4]</p> <p>Realiai yra trys pagrindiniai kriterijai: Kokybė, greitis kaina [IE4]</p> <p>Specifikacijos, kaina ir pristatymas. [IE5]</p>	5
	Svarbu kuo mažesnė kaina	<p><...> Norime nepermokėti <...> [IE1]</p> <p><...> Reikia, kad būtų kuo mažesnė <..> [IE2]</p> <p><...> kai dangos yra gana pigios, todėl labai svarbu, kad proceso liudininkas būtų ne per brangus <...> [IE3]</p> <p><...> Startuoliuose problema, kad nėra pinigų, todėl kartais geriau palaukti elemento ilgiau ir užsiimti kitais darbais. <...> [E4]</p> <p><..> aiškus projekto biudžetas, bet pasitaiko, kad <...> sugenda netikėtai ir pakeisti juos nėra skirta daug lėšų, taigi ieškome pigaus sprendimo. [IE5]</p>	5
	Kiekio (apimties) kaina	<p><...> Kiekio kaina, Nuolaida, Pristatymo kaina <...> [IE2]</p> <p><...> Apimties kaina <..> [IE3]</p> <p>Kaina, kaina už apimtį. Terminas pristatymo. Kokybė. [IE3]</p>	2

16 lentelėje pateikta kainos kriterijaus analizė parodė, kad kainą vertindami ekspertai visada vertina jos santykį su kitais kriterijais (daugiausia kokybe ir pristatymu). Visiems ekspertams svarbu žemesnė kaina (tai nėra būdinga vien tik fotonikos industrijai). Du ekspertai (turintys ilgiausią patirtį) pabrėžia ir kiekio (apimties) kainą.

Kokybės kriterijaus analizė

17 Lentelė

Kokybės kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Kokybė	Svarbu, kad tiekėjas turėtų vidinę kokybės kontrolę	<p><...> <i>mes neturime patikrai skirtos aparatūros, tai pasikliaujame tiekėjų patikra.</i> <...> [IE1]</p> <p>Galimybė pateikti tokius matavimus parodo, kad tiekėjas yra stiprus iš techninės pusės [IE1]</p> <p><...> <i>Svarbu, kad tiekėjas turėtų vidinę kokybės kontrolę.</i></p> <p><...> [IE3]</p>	2
	Atitikimas specifikacijoms	<p><...> Kad atitiktų mūsų kliento specifikacijas <...> [IE2]</p> <p><...> <i>Pagrindinė esmė yra, kad perkamas elementas atitiktų specifikacijas.</i> <...> [IE4]</p> <p><...> <i>Kai yra didelis skaičius elementų ir nežinai kuris su defektu, reikia stabdyti visus darbus ir ieškoti to blogo elemento.</i> <...> [IE5]</p>	3

Kokybės kriterijus, kuris literatūroje dažnai minimas kaip svarbiausias, fotonikos ekspertų aptartas bene mažiausiai ir svarbios išvalgos pastebėtos tik dvi (17 Lentelė). Ekspertai mini vidinę kokybės kontrolę, o ji ypač svarbi tais atvejais, kai pirkėjas neturi įrangos pats pamatuoti komponentus. Antroji išvalga labai susijusia su pastarąją – svarbus atitikimas specifikacijoms. (t.y. gauti tokį elementą, kokį užsakei).

Pristatymo kriterijaus analizė

18 Lentelė

Pristatymo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Pristatymo terminai	Kuo trumpesnis pristatymo laikas	<i>Pristatymo laikas turi būti kuo mažesnis</i> [IE2]	1
	Konkretūs pristatymo terminai	<i>Pristatymo terminams yra ribos (2 mėnesiai)</i> [IE1] <i>Jeigu laiku neatvyksta tai tiesiog tampa nepatikimas.</i> [IE3] <i>Jeigu vykdomė projektus, tai svarbu suspėti į terminus</i> [IE5]	3
Katalogai ir sandėliai	Sandėlio valdymas	<i><...> Jeigu dabar pvz. sustoja <...> 2 mėnesiams, tai įsivaizduokime kiek tas klientas padarys broko. Tai mes dar ir sandėlyje laikome optikos, bet paprastai pas tiesiogius stengiamės laikyti <...></i> [IE1] <i><...> Priėjimas prie tiekėjo sandėlio <...></i> [IE2] <i><...> neperkame metams į priekį, o valdome sandėlio likučius <...></i> [IE3]	3
	Naudojasi el parduotuvėmis ar katalogas	<i>Net jeigu yra katalogas, vis tiek visada prašoma pasiūlymo, perklaust kainas.</i> [IE3] <i><...> padeda, kai įmonės turi kainas ir terminus savo interneto puslapiuose <...></i> [IE5]	2
Įpakavimas	Gera prekinė išvaizda nėra svarbus subkriterijus	<i>Išvaizda/patogumas – kažkiek vertiname, bet svarbiau pristatymo laikas</i> [IE2] <i><...> Prekinė išvaizda nėra svarbi <...></i> [IE4]	2
	Saugus įpakavimas	<i>Įpakavimas – saugus</i> [IE2] <i>Įpakavime svarbiausia saugumas.</i> [IE4]	2

18 lentelėje pateikta pristatymo kriterijaus analizė. „Katalogai ir sandėliai“ daugumos ekspertų įvardintas dažniausiai. Tačiau šie subkriterijų ekspertai supranta šiek tiek skirtingai. IE1 mini, kad

ruošinius laiko savo ar tiekėjo sandėlyje, IE2 – norėtų prieigos prie savo tiekėjų sandėlių, o IE3 įvardija, kad dėl didelių gamybos apimčių tiesiog svarbu visada turėti tam tikrą kiekį komponentų savo sandėlyje. IE5 sako, kad kainos ir terminai tiekėjo el. puslapyje padeda priimti sprendimą pirkimo procese.

Pristatymo terminai, taip pat svarbus subkriterijus, paminėtas beveik visų ekspertų, 3 iš jų pabrėžia, kad pristatymui svarbūs konkretūs terminai. Dalis ekspertų įvardija, kad nors įpakavimo išvaizda ir nėra svarbi, tačiau saugus įpakavimas vis tiek yra svarbus.

Aptarnavimo kriterijaus analizė

19 Lentelė

Aptarnavimo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Aptarnavimas	Kuo greičiau pakeisti blogą komponentą geru	<p><...> Iškarto pakeisti <...> [IE1]</p> <p><...> Iškarto atsiųsti pakeitimą <...> [IE2]</p> <p><...> blogą detalę, tiekėjas turėtų pakeisti <...> [IE3]</p> <p><...> Europa ir JAV. Būtu gražu, kad daiktą pasiimtu ir atliktų analizę, kas su juo blogai. Kol tą daro, atsiųstų pakeitimą. <...> [IE4]</p> <p><...> Kuo greičiau pakeisti elementą į gerą. <...> [E5]</p>	5
	Greitas atsakymas ir sprendimo pasiūlymas	<p><...> Labai svarbu yra atsakymo greitis – parašei laišką, o vakare jau gauni atsakymą, arba kitos dienos ryte jau gauni atsakymą. <...> [IE1]</p> <p><...> Greitai pasiūlyti sprendimą. Nustatyti priežastis, kodėl atsitiko problema, imtis priemonių, kad neįvyktų ateityje. <...> [IE2]</p> <p><...> Greitas atsakymas, Tikslī informacija, Savalaikis informavimas <...> [IE2]</p>	4

		<p><...> labai svarbu tieskėjo greitis. Kaip greitai jie išsiaiškina problemą ir kaip greitai komponentą pateiks ar pataisys. Kuo greičiau spręsti problemą. <...> [IE3]</p> <p><...> Svarbu kuo anksčiau gauti informaciją, ir kartu gauti pasiūlymą kaip tą problemą spręsti. <...> [IE3]</p> <p><...> Europa ir JAV. Būtu gražu, kad daiktą pasiimtu ir atliktų analizę, kas su juo blogai. Kol tą daro, atsiųstų pakeitimą. <...> [IE4]</p>	
Atsakomybės vengimas	<p><...> bet jei padarei klaida, tai tu pripažink tai. Tu daikto, produkto negauni ir turi dar sumokėti už kažkieno darbą. <...> [IE1]</p> <p><...> tikimės, kad kai mums tai atsitinka neriekės tiekėjui aiškinti problemas, o jis tiesiog juos pakeis. <...> [IE3]</p> <p><...> Lietuvos fotonikos bendrovės, nelabai mėgsta kompensuoti už sugandintus elementus, vėlavimus ir kt. <...> [IE3]</p> <p><...> Mūsų tiekėjai <...> yra linkę vengti atsakomybės ir „apsimesti“, kad nesupranta <...> [IE4] <...></p>	3	
Sustojusi gamyba	<p><...> Jei dabar pvz. sustoja <...> 2 mėnesiams, tai įsivaizduokime kiek tas klientas padarys broko. [IE1]</p> <p><...> dėl vieno komponento vėluoja viso lazerio pristatymo laikas <...> [IE3]</p> <p><...> Kai yra didelis skaičius elementų ir nežinai kuris su defektu, reikia stabdyti visus darbus ir ieškoti to blogo elemento. <...> [IE5]</p>	3	

19 lentelėje pateikta aptarnavimo kriterijaus analizė rodo, kad visi ekspertai norėtų, kad optinis komponentas su defektu iškart būtų pakeistas. Didžioji dalis ekspertų įvardija greitą atsakymą ir problemos sprendimo pasiūlymą kaip subkriterijų aptarnavimo kriterijui. 3 ekspertai pabrėžia, kad dėl nekokybiškų elementų sustoja gamyba, tačiau tai nėra subkriterijus, o nekokybiško komponento

sąlygoto vėlavimo pasekmė. Dar 3 ekspertai pamini atsakomybės vengimą. Atsakomybės vengimas gali būti perfrazuotas į teigiamą subkriterijų optinių komponentų tiekėjams - „atsakomybės prisėmimas“.

Lankstumas

20 Lentelė

Lankstumo kriterijaus vertinimas – subkriterijai, patvirtinantys teiginiai

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Svarbus, bet sąlyginai	Svarbus, bet kitas kriterijus svarbesnis	<p><...> Svarbu, bet pagrinde du kriterijai svarbūs.</p> <p>Kaina ir kokybė <...> [IE1]</p> <p><...> Labai svarbus. Bet yra išlyga, nes kartais lankstumas būna santykinis (smarkiai didėja kaina), suvaidintas. <...> [IE2]</p> <p><...> Standartiniam <...> svarbu, laikytis sutartų terminų [IE3]</p>	3
	Labai svarbus naujiems produktams	<p><...> Labai svarbu. Gaminant visiškai naują produktą <...> [IE4]</p> <p><...> Naujiems produktams, testams labai svarbus lankstumas. <...> [IE3]</p>	2
Lankstumas suprantamas kaip subkriterijus	Bendradarbiavimas	<p>Lankstumą suprantame kaip <u>bendradarbiavimą</u>. [IE3]</p> <p><...> Reikalingos techninės žinios ir asmeniniai ryšiai, konsultacijos. Reikalingas <u>Bendradarbiavimas</u> <...> [IE4]</p>	2

Didžioji dalis ekspertų įvardija lankstumą kaip sąlyginai svarbų (20 lentelė). 3 ekspertai šį kriterijų laiko svarbiu, bet ne tokiu svarbiu, kaip kiti kriterijai (kaina, kokybė ar pristatymo terminai). Visgi du ekspertai pažymi, naujiems produktams lankstumas labai svarbus, tie patys ekspertai, lankstumą supranta ir kaip bendradarbiavimą.

Kiti svarbūs pastebėjimai

21 Lentelė

Kiti svarbūs kriterijai ir įžvalgos

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Techninės žinios	Techninės žinios	<p><i>Pagrindiniai mūsų kriterijai yra <...> bei tam tikros techninės tiekėjo žinios. [IE1]</i></p> <p><i>Pačių lazerių gamintojų tarpe nėra daug žmonių išmanančių apie dangas. Jei puikiai išmano lazerius ir kt., tačiau trūksta techninių žinių apie dangas. IE3]</i></p> <p><i>Natūraliai ir techninis išprusimas ir kitos žinios yra svarbu [IE4].</i></p> <p><i>Techninės žinios taip pat svarbu, kad nereiktų tiekėjo mokytį <...> [IE5]</i></p>	4
Priežastys nepirkti iš specifinio tiekėjo	Praeities įvykiai (istorija) ir klaidos	<p><i><...> asmeniniai ryšiai, dėl istorijos. <...> [E1]</i></p> <p><i><...> Pastoviai neatitinkančios techninės specifikacijos</i></p> <p><i><...> 2 kartus <...> [IE2]</i></p> <p><i><...> 5 kartai yra riba kai tiekėjas keičiamas.<...> [E3]</i></p> <p><i>Praeities klaidos [E4]</i></p> <p><i>Jei nuolatos siunčia blogus elementus. [E5]</i></p>	5

Kiti svarbūs pastebėjimai pateikti 21 lentelėje. Pastebėta, kad 4 ekspertai pamini technines žinias. Kitame tyrimo etape techninės žinios bus priskiriamos prie aptarnavimo kriterijaus (kaip subkriterijus).

Kartais taip nutinka, kad specifinis tiekėjas tampa nepatikimu ir nusprendžiama iš jo nebeperkti. Praeities įvykiai (istorija) ir klaidos yra visų ekspertų įvardinta priežastis, dėl kurios neperkama iš tiekėjo. Politinė situacija ir moraliniai aspektai paminėti tik vieno eksperto, tačiau kitų ekspertų tai gali būti laikoma savaime suprantamu dalyku.

Kokius kriterijus ar subkriterijus įvardija patys ekspertai?

Prieš pateikiant klausimus apie kiekvieną kriterijų, buvo užduodamas atviras klausimas „Kokie yra Jums svarbiausi kriterijai renkantis optinių komponentų tiekėją?“. Po klausimų apie kriterijus, užduotas dar vienas atviras klausimas „Kas dar Jums svarbu renkantis tiekėją?“. Pirmasis klausimas užduotas norint, be išankstinio nusistatymo sužinoti, kokie pagrindiniai kriterijai, antrasis – suteikia galimybę įvardinti kriterijus, kurie dar nebuvo aptarti. 22 lentelėje pateikti kriterijai, kuriuos įvardijo patys ekspertai.

22 Lentelė

Ekspertų savarankiškai įvardinti kriterijai

Klausimas	Ekspertų citatos
Kokie yra Jums svarbiausi kriterijai renkantis optinių komponentų tiekėją?	<p><i>Pagrindiniai mūsų kriterijai yra Kokybė tiekimo terminai ir kaina bei tam tikros techninės tiekėjo žinios. [E1]</i></p> <p><i>Kokybė, kaina, pristatymo laikas [E2]</i></p> <p><i>Kaina, kaina už apimtį. Terminas pristatymo. Kokybė. [E3]</i></p> <p><i>Realiai yra trys pagrindiniai kriterijai: Kokybė greitis kaina [E4]</i></p> <p><i>Specifikacijos, kaina ir pristatymas. [E5]</i></p>
Kas dar Jums svarbu renkantis tiekėją?	<p><i><...> naujų dangų išdirbimas yra labai svarbus. Kiek tiekėjas yra pasiryžęs išdirbinėti tas naujas dangas, projektus dangom. – R&D <...> [E1]</i></p> <p><i>Sertifikatai, Geografinis atstumas (kuo arčiau tuo geriau), Rekomendacijos [E2]</i></p> <p><i><...> Kaip ir viskas? kaina, labai svarbu prototipus gaminant. <...> [E3]</i></p> <p><i>Gal banaliai nuskambės, bet svarbu, kad tiekėjas gerai mokėtų anglų kalbą. [E4]</i></p> <p><i>Natūraliai ir techninis išprusimas ir kitos žinios yra svarbu [E4]</i></p> <p><i>Kaip ir viską aptarėme. Techninės žinios taip pat svarbu, kad nereikėtų tiekėjo mokyti kaip komponentai veikia (juokiasi). [E5]</i></p>

Visi ekspertai įvardijo tris pagrindinius kriterijus: kaina, kokybė ir pristatymas. Trys ekspertai paminėjo „technines žinias (išprusimą)“. Kaip minėta anksčiau, techninės žinios, kaip subkriterijus tolesniame tyrime buvo priskirtas aptarnavimo kriterijui.

Sprendimą (pirkti) priimantis žmogus (SPŽ)

23 a Lentelė

Sprendimą pirkti priimantys žmonės

Kriterijus	Subkriterijus (Teiginys)	Patvirtinantys teiginiai	Dažnis
Komerčiniai	Direktorius priima sprendimą	Kartais Aš , kartais projektų vadovas [IE2] Sprendžia direktorius , bet šiuo atveju tai gal ir unikalus atvejis, nes jis pats yra lazerių fizikas ir labai glaudžiai susijęs su gamyba [IE4]	2
	Padalinio vadovas	Vadovas nusprendžia, inžinierius nors ir dirba techniniais klausimais, bet vadovas iš toliau jau mato bendresnį vaizdą. [IE1] Inžinieriai nurodo specifikacijas, bet galutinį sprendimą priima pirkimų grupės vadovas. [IE2] Vos ne visi (labai maža įmonė) [IE4] Vadovas sprendžia iš kur pirkti [IE5]	4
	Projektų vadovas, pirkimų vadybininkas	Kartais Aš , kartais projektų vadovas [IE2] Pirkimų vadybininkai – užsako ir valdo užsakymo procesą. [IE3] Pasikartojantiems užsakymams – pirkimų vadybininkai kartoja užsakymus ir esamo tiekėjo [IE3]	2
Techniniai	Inžinierius	Vienas labiau iš techninės vienas iš finansinės [IE1] Inžinieriai nurodo specifikacijas <...> [IE2] Inžinierius nustato charakteristikas ir susirenka tiekėjų pasiūlymus. [IE3] Pirmą kartą ir naujiems produktams – Inžinierius pririmai galutinį sprendimą [IE3] Perkant iš kataloginių bendrovių ir el. parduotuvių <..> patys inžinieriai gali pirkti nepasitarę. [IE4] Aš , vadovas ir <...> administracija [IE5]	5

Sugrupavę teiginius į priima sprendimą (S) ir dalyvauja sprendimo priėmime (D) galime sudaryti tokią lentelę:

23 b Lentelė

Sprendime pirkti dalyvaujantys ir sprendimą priimančios žmonės.

Ekspertas	Direktorius	Padalinio vadovas	Projektų vadovas, pirkimų specialistas ar vadybininkas	Inžinierius
E1		S		D
E2	S	S	S, D	D
E3			D, S	S
E4	S	D		D, S
E5		S		D

Iš ekspertų atsakymų (23a ir 23b lentelėse) matome, jog į pirkimų procesą daugiau ar mažiau visada įsitraukę inžinieriai. Kai kurios bendrovės jiems suteikia pilną teisę vykdyti pirkimus patiems, nors dažniausiai galutiniai sprendimai vis priimami padalinių vadovų ar net direktorių.

Tai kokio optinių komponentų tiekėjo tikisi fotonikos industrijos bendrovės?

Turintis vidinę kokybės kontrolę (2), išsiunčiantis elementus atitinkančius specifikacijas (3). Dėmesį skiriantis ne įpakavimo išvaizdai (2), bet saugiam įpakavimui (2), suteikiantis savo klientams prieigą prie sandėlio (3), katalogo (2) ir spėjantis į pristatymo terminus (3+1). Iškilus problemoms, tiekėjas turėtų iškart pakeisti blogą komponentą geru (5), greitai atsakyti ir pasiūlyti sprendimą (4). Tiekėjo techninės žinios turėtų būti pakankamos (4). Svarbu, kad tiekėjas nevengtų atsakomybės (3). Labai svarbu, kad tiekėjas būtų lankstus gaminant naujus produktus (2), bendradarbiautų (3). Visgi, lankstumas neturėtų atsirasti svarbiausių prioritetų sąskaita (3).

Toks tiekėjas supranta, kad pirkimuose visuomet, kažkokia forma dalyvauja inžinieriai (5), taigi su jais palaiko ryšį, nors ir žino, kad galutinius sprendimus, dažniausiai priima padalinių vadovai (3) ar net direktorius (2). Jei tarp pirkėjo ir tiekėjo nebuvo neigiamų praeities įvykių, praeityje jis nedarė daug ar rimtų klaidų (5), tokį tiekėją (remiantis 5 ekspertų nuomone) būtų galima laikyti geidžiamu optinių komponentų tiekėju fotonikos industrijoje.

4.2. Anketinė ekspertų apklausa

Šiame etape buvo apklausti 14 ekspertų (dalyvavo ir dalis iš interviu ekspertų). Ekspertai anketoje (18 priedas) pažymėjo, kokias rolę savo bendrovėje jie atlieka, ši informacija kartu su eksperto numeriu, valstybe ir patirtimi fotonikos industrijoje pateikta 24 lentelėje. Beveik visi ekspertai pažymėjo, jog yra arba įtraukti į pirkimą, arba priima galutinį sprendimą pirkti optinius komponentus. Nepažymėję – dirba komercinėse (pardavimo) rolėse.

24 Lentelė

Ekspertų profiliai (pozicijos, rolės), valstybė, patirtis

Ekspertas	Komercinė	Techninė	Įtrauktas	SPŽ ²	Valstybė	Patirtis
E1	x	x		x	LT	20
E2				x	LT	21
E3**		x		x	LT	24
E4*	x		x		LT	7
E5	x		x		LT	4,5
E6			x		LT	14
E7	x	x		x	CN	8
E8*			x		LT	6
E9	x				LT	9
E10	x		x		LT	3
E11*	x				LT	13
E12**		x			US	18
E13**	x				CN	15
E14*			x	x	LT	8

Vidutinė eksperto patirtis fotonikos industrijoje 12,18 metų (mediana 11 metų). Dauguma respondentų (11) iš Lietuvos, tačiau tyrime taip pat dalyvavo fotonikos ekspertai iš JAV ir Kinijos. Iš 14 ekspertų – 6 moterys ir 8 vyrai (išlaikant konfidencialumą, lytis prie eksperto nenurodoma).

² SPŽ – Sprendimą (pirkti) priimantis žmogus (galutinio sprendimo priėmėjas)

Tik įtrauktas į sprendimą save pažymėjo 6 ekspertai. Įdomu tai, kad nė vienas iš jų nepriklauso „techninei“ rolei. Tai, atrodo, jau galėtų prieštarauti pusiau struktūruoto interviu įžvalgai, kad inžinieriai visada kažkokia forma yra įtraukti į pirkimą. Visgi, 3 iš 4 techninės rolės ekspertų pažymėjo, jog jie yra galutiniai sprendimo priėmėjai, o tai tik parodo dar didesnę inžinierių įtaką sprendimuose perkant optinius komponentus. Komercinės rolės ekspertai 8. Iš jų 3 save laiko įtrauktas į sprendimo priėmimą ir 2 galutiniais sprendimo priėmėjais. 4 ekspertai savęs nei komercinei, nei techninei rolei nepriskyrė, tačiau save laiko arba įtrauktas, arba galutinį sprendimą pirkti optinius komponentus priimančiais žmonėmis.

4.2.1. Ekspertų vertinimo rezultatai ir jų patikimumas

25 Lentelė

Ekspertų atsakymų sutaptis, atsakymų pastovumas.

Ekspertas	ρ	CR
E1 _(s) (= IE1)	30,00%	8,80%
E2 (= IE2)	100,00%	8,70%
E3** (= IE3)	80,00%	39,70%
E4 ₍₀₎ * (= IE4)	10,00%	20,80%
E5 ₍₀₎	7,50%	9,90%
E6	100,00%	4,40%
E7 ₍₋₎	-60,00%	7,20%
E8*	80,00%	16,10%
E9	100,00%	7,40%
E10	90,00%	10,00%
E11*	100,00%	11,10%
E12**	70,00%	27,30%
E13 ₍₀₎ **	-10,00%	42,30%
E14*	80,00%	20,10%

Ekspertų kriterijų reitingavimai buvo gauti 2 būdais: 1) patys sureitingavo kriterijus ir 2) reitingavimo rezultatas gautas pritaikius AHP metodą. Naudojantis AHP-OS programa apskaičiuotas jų atsakymų pastovumo reitingas (CR). Šis reitingas kartu su Spirmeno (ρ) sutapties koeficientais pateiktas 25 lentelėje. Reitingavimo rezultatai pateikti 9 ir 10 prieduose.

Spirmeno koeficientas

Spirmeno sutapties koeficientai apskaičiuojami kiekvienam ekspertui, lyginant kaip jis 1) pats sureitingavo kriterijus ir 2) koks reitingavimo rezultatas pritaikius AHP metodą. Skaičiavimai pateikti 11 priede. Koeficiento reikšmė gali būti tarpinė vertė tarp -1 ir 1. T.y. -100% (atvirkštinė sutaptis), 0% (nėra sutapties) ir 100% (visiška sutaptis).

Įdomu, kad ekspertų $E7_{(-)}$ ir $E13_{(0)**}$ atvejais nustatyta neigiama sutaptis. Nors $E13_{(0)**}$, vertė labai nedidelė vos -10%, ją galima interpretuoti, kaip „nėra sutapties“, taip pat interpretuojame ir $E5_{(0)}$. Eksperto $E7_{(-)}$ jau yra gerokai didesnė -60%, reiškianti, kad eksperto vertinimas savarankiškai yra „atvirkščiais“ reitingavimui remiantis AHP metodika. Verta paminėti, kad tiek $E7_{(-)}$, tiek $E13_{(0)**}$ dirba toje pačioje bendrovėje, Kinijoje. $E4_{(0)*}$ vos 10% rodo, kad sutapties beveik nėra. $E1=30\%$ rodo silpną sutaptį. Visų likusių 9 ekspertų sutaptis svyruoja nuo 70 iki 100%, tai rodo stiprią ir labai stiprią sutaptį. Šio rezultato ir buvo galima tikėtis, nes tie patys ekspertai reitinguoja tuos pačius kriterijus, tik skirtingais metodais.

Prie atitinkamų ekspertų pridedamas apatinio indekso žymėjimas dėl sutapties: „(0)“ – nėra sutapties, „(-)“ neigiama sutaptis, „(s)“ – labai silpna sutaptis (žr. 26 lentelę).

26 Lentelė

Papildomas ekspertų žymėjimas pagal sutapties koeficiento reikšmes

Žymėjimo pavyzdys	Koeficientų (ρ) vertės	Paaškinimas ir pagrindimas	Grupės žymėjimas
$E20_{(0)}$	-10% iki +10%	Nėra sutapties	$G_{(0)}$
$E20_{(-)}$	Mažiau nei -40%	Sutaptis neigiama	$G_{(-)}$
$E20_{(s)}$	-30% iki +30%	Silpna sutaptis	$G_{(s)}$

Atsakymų pastovumas (CR)

Atsakymų pastovumas (angl. *consistency ratio*), remiantis AHP metodo kūrėju, turėtų būti $\leq 10\%$. Ekspertai E1 ir E2 skalės vertinimą atliko gyvai, taigi jiems patiems buvo leista pakoreguoti nepastovius atsakymus (korekcijos atliktos remiantis AHP programos rekomendacijomis), kad būtų pasiektas $< 10\%$. Visi kiti ekspertai atlikinėjo apklausą nuotoliniu būdu. Surinkus jų atsakymų

duomenis, jie buvo įvesti į AHP-OS programą ir tik tuomet apskaičiuotas jų atsakymų pastovumas, taigi korekcijoms jie neturėjo galimybių. 7 ekspertų užpildytos formos atitiko rekomendaciją $\leq 10\%$, likusių 7 – viršijo ($>10\%$) numatytas normas. Tikėtinos viršijimo priežastys pateiktos 27 lentelėje.

27 Lentelė

Viršyto CR priežastys ir pasiūlymai, kaip to išvengti ateities tyrimuose

Viršyto CR priežastys	Pasiūlymai kai sumažinti ateities tyrimuose
Neatidžiai užpildyta forma	Neatidžiai užpildytos formos atveju, galima pildyti formą gyvai, iškart suskaičiuojant pastovumą. Kadangi šiame tyrime dalyvavo ekspertai ne tik iš Lietuvos šis variantas buvo labai neekonomiškas ir nuspręsta likti prie elektroninės anketos.
Ypač didelė eksperto patirtis, trukdo konkrečiai tiksliai įvertinti kriterijų svorį, nes ekspertas yra susidūręs su įvairiausiomis situacijomis, kuriose kriterijų svoris keičiasi ir didėja neapibrėžtumas.	Neapibrėžtį galima sumažinti, ekspertui nurodant pirkimo tipą (1 lentelė), tokiu atveju eksperto patirtis „susiaurinama“ iki konkretnės situacijos.
Labai didelis perkamų produktų spektras. Remiantis Ekspertų IE2, IE3, IE4 patirtimi, matome, jog komponentai perkami skirtingiems tikslams (kaip liudininkai, perpardavimui, testams, naujiems produktams). Kriterijų svoriai skirtingos paskirties komponentams gali skirtis, taigi didėja neapibrėžtumas.	Esant dideliame perkamų produktų spektrui, galima pateikti konkretų produktą ar jų grupę.

Šaltinis: Sudaryta darbo autoriaus

Nors tiek b), tiek c) atvejais remiantis pasiūlymais, neapibrėžtumas turėtų sumažėti, tačiau ir tiriamą rinką labai sumažėtų. Su rinką kartu sumažėtų ir tyrimo vertė. Kadangi daugiau tyrimų apie optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijus fotonikos industrijoje rasti nepavyko, nuspręsta, tęsti tyrimą ir analizę mažesniu tikslumu, toliau orientuojantis į visą fotonikos rinką, neapsiribojant konkrečiu komponentu ar vienu pirkimo tipu.

Atsakymų pastovumo įtaka galutiniam vertinimui

Visų ekspertų vertinimas (vertinimų vidurkis), nepriklausomai nuo atsakymų pastovumo rodiklio (CR), patirties ir kt. faktorių pateiktas 28a lentelėje, o 28b lentelėje pateiktas ekspertų, kurių $CR \leq 21\%$, 28c lentelėje pateiktas svoris nustatytas tik iš tų ekspertų, kurių CR yra 10% ir mažiau.

28 a Lentelė

Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (visi ekspertai (14))

Kriterijus	Kaina	Kokybė	Aptarnavimas	Pristatymas	Lankstumas
Reitingas	3	1	4	2	5
Svoris	17,7%	40,0%	14,1%	17,8%	10,4%

28 b Lentelė

Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (tik sąlyginio tikslumo ($CR \leq 21\%$) ir tiksliausiu ($CR \leq 10\%$) ekspertų (11))

Kriterijus	Kaina	Kokybė	Aptarnavimas	Pristatymas	Lankstumas
Reitingas	2	1	4	3	5
Svoris	18,9%	42,9%	12,7%	16,1%	9,3%

28 c Lentelė

Svarbiausi optinių komponentų tiekėjo pasirinkimo kriterijai fotonikos industrijoje (tik patys tiksliausi ($CR \leq 10\%$) ekspertai (7))

Kriterijus	Kaina	Kokybė	Aptarnavimas	Pristatymas	Lankstumas
Reitingas	2	1	4	3	5
Svoris	17,7%	44,0%	12,6%	15,9%	9,8%

Iš 28a, 28b ir 28c lentelių matome, jog kai didelis CR nežymiai (keliais procentais) pasikeitė kai kurių kriterijų svorius.

Pats metodo kūrėjas (Saaty, 1997) 10% įvardija toleruotino nepastovumo riba. Jo nuomone, nuo 10% prasideda nepastovumai ir CR neabejotinai turėtų būti mažiau nei 20%. Visgi šis teiginys yra tik gairės (Boucher ir kt., 1993). AHP-OS programos (kuria naudotasi skaičiuojant CR) autorius siūlo neatmesti verčių iki 20%, tais atvejais kai rezultatai nereikalauja ypatingo tikslumo. Jei ypatingą

tikslumą suprastume kaip precizinės inžinerijos sprendimus, metalų lydinių koncentracijų pasirinkimą raketoms, aviacijai, ginkluotei, puslaidininkių gaminiams ar kitiems aukštųjų technologijų produktams, šiame tyrime paklaidos neatrodo tokios kritinės. Turint omenyje, kad tiriamo visą industriją, kriterijus vertina labai skirtingo profilio bendrovės, neapibrėžtumas yra tyrimo dalis. Visgi, išlaikant korektiškumą, prie ekspertų tolesniame darbe nuspręsta įtraukti papildomą žymėjimą (29 lentelė):

29 Lentelė

Papildomas ekspertų žymėjimas parodantis atsakymų pastovumo lygį

Žymėjimo pavyzdys	CR vertė	Paaškinimas ir pagrindimas	Grupės žymėjimas
E20	Ekspertas, kurio $CR \leq 10\%$	Atitinka AHP metodo autoriaus reikalavimus	G
E20*	Ekspertas, kurio $10\% < CR \leq 21\%$	Atitinka AHP metodo taikytojų rekomendacijas	G*
E20**	Ekspertas, kurio $CR > 21\%$	Per didelis CR	G**

Ekspertų grupės atskirai vertinamos bus plečiant ekspertų skaičių grupėje. Pvz. G** reiškia kad vertinami visi ekspertai, o G*, kad visi atitinkantys $CR \leq 21\%$ (o ne tik $10\% < CR \leq 21\%$ ekspertų grupės dalis)

Kendalo sutarimo koeficientas (Kendall's W)

Kendalo W koeficientas yra statistinis matas naudojamas nustatyti sutarimo lygį tarp kelių ekspertų. Šis vertinimo metodas idealiai tinka, kai vertinimo duomenys yra rangai (kaip ir šio tyrimo atveju). W reikšmė turi būti tarp 0 (ekspertai nesutaria) ir 1 (ekspertai 100% sutaria).

Kendalo W apskaičiuojame abiem atvejais:

- Kai ekspertai patys sureitinguoja kriterijus (Ekspertų vertinimas, EV) pagal svarbą.
- Kai ekspertų reitingavimas yra AHP metodo rezultatas.

30 Lentelė

Ekspertų grupių Kendal'o W sutarimo koeficientai reitinguojant kriterijus skirtingais metodais

Ekspertų Grupė	W_{AHP}	W_{EV}
G: CR≤10% (7)	50,31%	75,10%
G*: CR≤21% (11)	41,20%	49,42%
G**: Visi ekspertai (14)	39,97%	39,90%

30 lentelėje gautų verčių apskaičiavimai pateikti 12 ir 13 prieduose. Matome, kad pačių tiksliausių ekspertų (G) grupės sutarimo koeficientas reitinguojant patiems yra $W_{EV(G)}=75,10\%$, o tai ~1,5 karto didesnis sutarimas, nei $W_{AHP(G)}=50,31\%$. Nė vienas bendrovės tipas nebuvo per daug reprezentuotas, taigi, šis rezultatas rodo, kad AHP metodu vertinant, bendras, pačių tiksliausių ekspertų grupės sutarimas yra prastesnis.

Sąlyginai tikslių ekspertų grupės (G*) sutarimo koeficientas vertinat patiems sumažėjo iki 49,42% ir yra maždaug 9% aukštesnis nei AHP metodu gautų rangų (41,20%). Tai rodo, kad ekspertinis vertinimas taip pat turi šiek tiek aukštesnį sutarimo laipsnį šioje grupėje nei AHP metodu gautas reitingavimas.

Visų ekspertų (G**) grupės $W_{EV(G^{**})} \approx W_{AHP(G^{**})} \approx W=40\%$ parodo, kad ekspertų sutarimas nuo reitingavimo metodo nepriklausė. Kadangi reitingavimą atliko tie patys ekspertai, vertino tuos pačius kriterijus, tokio rezultato ir buvo galima tikėtis.

Atkreiptinas dėmesys, kad W koeficientas mažėja, plečiantis ekspertų grupei (ypač pastebima savarankiško reitingavimo rezultatuose). Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad įtraukiami nauji ekspertai turi didesnę neapibrėžtumą ir nepastovumą (didesnę CR) savo atsakymuose, didėja ir nesutarimas (mažėja sutarimo koeficientas).

Kadangi ekspertai buvo skirtingos patirties iš skirtingo dydžio bei veiklos tipo bendrovių net skirtingų valstybių, taigi labai aukštas sutarimo lygis ir nėra tikėtinas. Skaičiuojant sutarimo koeficientą neatsižvelgiama į ekspertų svorius (t.y. visi ekspertai laikomi lygiais). Nepaisant visų šių priešasčių, nereiktų pamiršti, kad ekspertai atstovavo vienai konkrečiai industrijai – fotonikos. Taigi, iš ekspertų grupės vis tiek tikimasi tam tikro sutarimo lygio.

Atsižvelgiant į aptartas aplinkybes, Kendalo W sutarimo koeficientų vertės (14 ekspertų grupei $W_{AHP(G^{**})} \approx 40\%$, kuris beveik toks pats kaip sąlyginai tikslių (11) $W_{AHP(G^*)} \approx 41\%$, o tiksliausių (7) $W_{AHP(G)} = 50,31\%$) visoms tikslumo grupėms rodo vidutinį sutarimo lygį.

4.2.2. Ekspertų atstovaujama bendrovių pasirinkimo kriterijai.

Iš 14 ekspertų 6 atstovauja lazerių gamintojus, 4 optinių komponentų gamintojus, 4 optinių komponentų perpardavėjus.

31 Lentelė

Ekspertų atstovaujama bendrovių tipai

Ekspertas	Gamina lazerius	Gamina optinius komponentus	Perparduoda optinius komponentus
E1 _(s) (= IE1)	x		
E2 (= IE2)			x
E3 ^{**} (= IE3)	x		
E4 ₍₀₎ [*] (= IE4)	x		
E5 ₍₀₎	x		
E6	x		
E7 ₍₋₎		x	
E8 [*]			x
E9		x	
E10			x
E11 [*]	x		
E12 ^{**}		x	
E13 ₍₀₎ ^{**}		x	
E14 [*]			x

Ekspertų poros

Analizuojant tyrimo duomenis, pastebėtos 4 ekspertų poros. Pora – toje pačioje bendrovėje dirbantys (ar dirbę) ekspertai. 32 lentelėje pateikti duomenys apie visas keturias poras. Visos keturios ekspertų poros „bendrai“ kokybę įvardijo kaip svarbiausią, didžiausią svorį turintį kriterijų.

32 Lentelė

Ekspertų porų vertinimai (reitingas ir kriterijaus svoris)

Pora	Ekspertai	Kaina	Kokybė	Aptarnavimas	Pristatymas	Lankstumas
P1 – Lietuvos optinių komponentų perpardavėjas						
P1		2(33,8%)	1(41,6%)	5(5,5%)	3(11,7%)	4(7,5%)
	E2	2(32,8%)	1(41,5%)	5(4,4%)	4(9,6%)	3(11,8%)
	E10	2(34,8%)	1(41,7%)	4(6,5%)	3(13,7%)	5(3,2%)
P2 – Lietuvos lazerių gamintojas						
P2		4(10,0%)	1(53,6%)	2(20,7%)	5(4,3%)	3(11,7%)
	E11*	4(3,5%)	1(54,8%)	2(24,1%)	5(3,4%)	3(14,2%)
	E6	3(16,4%)	1(52,3%)	2(17,2%)	5(5,1%)	4(9,1%)
P3 – Kinijos optinių komponentų gamintojas						
P3		5(5,3%)	1(35,0%)	2(28,3%)	3(18,2%)	4(13,4%)
	E13 ₍₀₎ **	5(4,1%)	1(33,0%)	2(25,8%)	4(16,0%)	3(21,2%)
	E7 ₍₋₎	4(6,4%)	1(37,0%)	2(30,8%)	3(20,3%)	5(5,6%)
P4 – Lietuvos optinių komponentų perpardavėjas						
P4		3(26,2%)	1(31,5%)	4/5(6,3%)	2(29,8%)	4/5(6,3%)
	E14*	1(38,0%)	2(26,3%)	5(4,6%)	3(22,1%)	4(9,0%)
	E8*	3(14,4%)	2(36,7%)	4(7,9%)	1(37,5%)	5(3,5%)

Lietuvos komponentų perpardavėjus atstovaujančios poros (P1 ir P4) 2-3 vietą įvardija kainą ir pristatymą. Pora P1 turėjo CR<10%, o P4: E8* (CR=16,10%), E14* (CR=20,10%). Pirmosios poros ekspertų atsakymai labai panašūs. Poros P4 reitingavimai skiriasi, E14* aiškų prioritetą yra kainą ir pristatymą, o E8* pristatymą ir kokybę.

Kinijos komponentų gamintoją atstovaujančios poros atsakymai rodo, kad didžiausią įtaką tiekėjų pasirinkimui po kokybės skiria aptarnavimui. 3-oje vietoje - pristatymui. Nors E13₍₀₎** turėjo labai didelį CR, tačiau beveik visi vertinimai panašūs su tinkamo CR ekspertu E7₍₋₎, dirbančiu toje pačioje bendrovėje. Kaina atsidūrė paskutinėje vietoje, taip gali būti dėl šių priežasčių:

- a) Tai yra optinių komponentų gamintojai, kurie tikėtina, kad perka pigius ruošinius, kuriuos po to apdirba iki reikiamos kokybės. Palyginimui komponentų gamintojai iš Lietuvos E9 (kaina - 11,7%) ir JAV E12** (kaina - 19,6%) kainą nurodė 3-oje vietoje.
- b) Kinijos verslui būdingas „guanxi“ (关系). Šis reiškinys Lietuvoje dar kartais pavadinamas „pažintys ir giminaičiai“. Šis sub-kriterijus gali būti priskirtas prie aptarnavimo kriterijaus.

Lietuvos lazerių gamintoją atstovaujančių ekspertų pora, kokybę įvertino >50%. Tai reiškia, kad šis kriterijus vienas gali lemti pirkimą. Įdomu, kad pagal turimus duomenis, du populiarūs kriterijai - kaina ir pristatymas, šiai lazerius gaminančiai bendrovei iškrepta iš 3 svarbiausių prioritetų. Į kainos ir pristatymo vietas pakyla aptarnavimas ir lankstumas. Visgi, norint teigti, kad „Kaina ir pristatymas šiai bendrovei mažiausiai svarbūs kriterijai“, reiktų apklausti daugiau pirkimuose dalyvaujančių darbuotojų. Tam gali prireikti atskiro tyrimo, sukonzentruoto būtent į šią bendrovę.

Turint tik 2 darbuotojų vertinimą, teigti, kad visos bendrovės prioritetai tiekėjų pasirinkimui yra tų darbuotojų vidurkis, daugeliu atveju nebūtų labai tikslu (nebent sprendimus pirkti priima tik tie 2 darbuotojai). Tačiau, galime apskaičiuoti atsakymų sutapimo koeficientus poroje (33 lentelė). Tarpiniai skaičiavimai pateikti 14 ir 15 prieduose.

33 Lentelė

Ekspertų sutaptis (Spirmano koeficientas) poroje

Pora (ekspertai)	AHP	EV
P1 (E2, E10)	70%	60%
P2 (E11*, E6)	90%	90%
P3 (E13 ₍₀₎ **, E7 ₍₋₎)	70%	20%
P4 (E14*, E8*)	50%	70%

Aukšti sutapimo koeficientai gali signalizuoti apie aiškius prioritetus ir procesus bendrovėje. Žemi – apie didesnę savarankiškumą bendrovėje, didesnę laisvę sprendimus priimantiems žmonėms. Lietuvos lazerių gamintojas P2, turi aukščiausius sutapties koeficientus ir demonstruoja aukščiausią

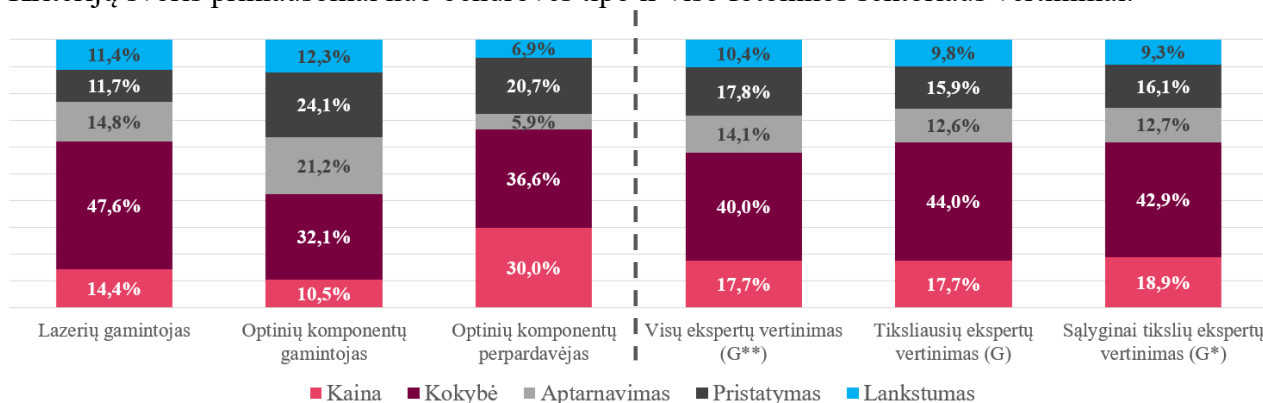
sutarimą. Didelis skirtumas tarp sutapties koeficiento AHP ir EV gali sufleruoti šioji tokį nepastovumą.

4.2.3. Kriterijų svarba skirtingų tipų fotonikos bendrovėse

Ekspertai, priklausomai nuo bendrovės veiklos srities, šiek tiek skirtingai vertino kriterijų svorius:

13 paveikslas.

Kriterijų svoris priklausomai nuo bendrovės tipo ir viso fotonikos sektoriaus vertinimai.



34 Lentelė

Ekspertų grupių sutarimas priklausomai nuo bendrovės veiklos srities

Bendrovės veiklos sritis	Lazerių gamintojas	Optinių komponentų gamintojas	Optinių komponentų perpardavėjas
Ekspertai	E1 _(s) , E3**, E4 ₍₀₎ *, E5 ₍₀₎ , E6, E11*	E7 ₍₋₎ , E9, E12**, E13 ₍₀₎ **	E2, E8*, E10, E14*
Kendal'o W_{AHP}	57,78%	50,00%	54,06%
Kendal'o W_{EV}	57,78%	46,25%	60,00%

Kaip matome iš 34 lentelės, visų tipų bendrovių sutarimas nepriklausomai nuo metodo svyruoja apie 50%. Koeficiento skaičiavimai pateikti 16 ir 17 prieduose.

Lazerių gamintojai

Lazerių gamintojų didžiausias prioritetas perkant optinius komponentus yra kokybė. Kaina palyginus yra 3 kart mažiau svarbi. Taip gali būti dėl to, kad lazerių pridėtinė vertė yra žymiai aukštesnė už optinių komponentų, taigi jie nėra tiek jautrūs kainai, kiek pvz. optinių komponentų perpardavėjai. Panašią į kainą svarbą turi ir aptarnavimas. Pristatymas ir lankstumas ~4 kartus mažiau svarbūs nei kokybė.

Nepaisant to, kad lazerių gamintojų ekspertų grupė yra didžiausia (6 ekspertai), tačiau jų sutarimas yra identiškas $W_{EV(LG)}=W_{AHP(LG)}=W_{(LG)}=57,78\%$, nepriklausomai nuo reitingavimo metodo. Ši W vertė yra aukštesnė, ne tik už viso ekspertų rinkinio ($W^{**}=40\%$) bet ir už tik tiksliausių ekspertų rinkinio $W_{AHP(G)}=50,31\%$.

Optinių komponentų gamintojai

Optinių komponentų gamintojams kaina ir kokybė mažiau svarbesnė nei lazerių gamintojams. To priežastis gali būti ta, kad šio tipo bendrovės dažniausiai perka proceso liudininkus arba ruošinius. Vėliau ruošiniai apdirbami jų pačių gamyklose, taip pagerinama jų kokybė, pagaminamas galutinis optinis elementas. Šis kokybės ir kainos svorio skirtumas pereina į aptarnavimą ir pristatymą. Lankstumo svarba panašiam lygmenyje kaip ir lazerių gamintojų.

Lyginant su visų ekspertų rinkiniu $W^{**}=40\%$, šios bendrovės ekspertų sutarimas yra šiek tiek geresnis (AHP-50,00% ir savarankiško vertinimo 46,25%), tačiau nežymiai.

Optinių komponentų perpardavėjai

Optinių komponentų perpardavėjai žymiai labiau kreipia dėmesį į kainą (du kart svarbiau nei lazerių gamintojai ir tris kartus labiau nei optinių komponentų gamintojai). Kainos kriterijaus svoris gali būtų paaiškinamas tuo, kad perpardavėjams dar tuos komponentus reikia parduoti (visgi pridėtinė vertė perpardavėjų atveju yra antkainis, o ne lazerių ar komponentų gamybos technologijos), taigi į pirkimo kainą būtina atsižvelgti.

Kokybė svarbesnė nei komponentų gamintojams (juk savo įrangos taisymui nėra), bet ne tokia svarbi, kaip lazerių gamintojams. Aptarnavimui skirtas vos 5,9%, o tai gali reikšti, kad perpardavėjai

yra labiau linkę bendrauti su prastai aptarnaujančiais tiekėjais, siekdami geresnės kainos (prastą aptarnavimą pakeičia savo geru aptarnavimu, taip sukurdami pridėtinę vertę savo tiksliniam klientui – lazerių gamintojui, kuriam aptarnavimas yra svarbus (2 prioritetas)).

Pristatymas svarbus gal būt dėl to, kad komponentai juda tokiu keliu: tiekėjas-perpardavėjas-klientas. Siekiama išlaikyti konkurencingą pristatymo laiką. Lankstumui skiriama nedaug svorio, to priežastys gali būti kelios:

a) turima daug tiekėjų (taigi, lankstumas gali būti pasiekiamas, tiesiog pasirinkus atitinkamą tiekėją).

b) perpardavėjai negamina prietaisų, nedaro prototipų, jiems lankstumo iš tiekėjų ir nereikia, o reikia konkrečių specifikacijų, kurias sutarė su perpardavėjo galutiniu klientu.

Sutarimo koeficiento reikšmė (AHP-54,06% ir EV-60%) yra aukštesnė nei viso bendro ekspertų rinkinio bei artima lazerių gamintojų (57,78%) reikšmei.

Sutarimas visuose bendrovių tipuose

Visiems bendrovių tipams, sutarimas (Kendal'o W) lyginant su visu ekspertų rinkiniu yra geresnis. Taip gali būti dėl to, kad susiaurinamas eksperto profilis, taigi jų atsakymai iš principo turėtų būti labiau suderinti (nes nebeįtraukti ekspertai iš kitų bendrovių tipų). AHP vertinimo atveju, sutarimas pagerėja apie 10-17%. Savarankiško vertinimo 6-20%. Galime teigti, kad tiriant tik konkretų bendrovės tipą pagerėja sutarimo laipsnis.

4.3. Interviu ir anketinės apklausos rezultatų apibendrinimas

Ekspertų interviu ir AHP metodu paremtos apklausos rezultatai nėra tiesiogiai palyginami. Šie du tyrimo etapai yra skirti vienas kitą papildyti. Visgi, keli pastebėjimai remiantis AHP metodu paremtos apklausos rezultatais gali būti palyginami su kai kuriomis įžvalgomis iš ekspertų interviu. Šis palyginimas pateiktas 35 lentelėje.

35 Lentelė

Interviu ir apklausos rezultatų palyginimas

Nustatyta AHP metodu paremtos apklausos metu	Nustatyta ekspertų interviu metu	Autoriaus vertinimas
Didžioji dalis (3/4) technologinę rolę atliekančių žmonių priima sprendimą pirkti optinius komponentus.	Inžinieriai vienaip ar kitaip visada yra įtraukti į optinių komponentų pirkimo procesą.	Iš esmės atitinka.
Bendrai fotonikos industrijoje svarbiausi trys kriterijai yra: kaina, kokybė ir pristatymas. Lazerių gamintojams: kokybė, aptarnavimas pristatymas. Optinių komponentų gamintojams: kokybė, pristatymas, aptarnavimas. Optinių komponentų perpardavėjams: kokybė, kaina, pristatymas	Svarbiausi kriterijai kaina, kokybė ir pristatymas.	Iš dalies atitinka (ne visiems bendrovių tipams).
Lankstumas bendrai fotonikos industrijoje yra mažiausiai svarbus kriterijus iš viso rinkinio. Svoris nei viename bendrovių tipe neperžengė 15%. Nė karto, nei savarankiškame vertinime, nei AHP reitingavime nebuvo paminėtas kaip nr.1 kriterijus.	Lankstumas yra tik sąlyginai svarbus.	Iš esmės atitinka.

Trys pirkimo tipai jau nustatyti po pirmųjų pokalbių su ekspertais. Optinių komponentų pirkimai priklauso šiems tipams:

1. Naujas pirkimas, reikalaujantis sprendimo priėmimo – naujam optiniam komponentui su nestandartinėmis charakteristikomis.
2. Kompleksinis modifikuotas pakartotinis pirkimas – pasikartojančiam nestandartiniam optiniam komponentui.
3. Paprastas modifikuotas pakartotinis pirkimas – pagrindams (ruošiniams), standartiniams komponentams.

Pridedamas ketvirtas tipas, atsižvelgiant į IE3 paminėtus proceso palydovų pirkimus:

4. Rutininis mažo prioriteto pirkimas – proceso liudininkams (palydovams), norint išlaikyti reikiamą komponentų, skirtų proceso kontrolei, kiekį sandėlyje.

Ekspertas IE4 minėjo, kad sprendžia visa įmonė, tačiau, pats minėjo, kad tai unikalus atvejis, taigi, nėra pakankamai svarių argumentų optinių komponentų pirkimą laikyti strateginiu pirkimu.

4.4. Fotonikos industrijos kriterijų palyginimas su kitų aukštųjų technologijų industrijomis.

Kriterijų rinkinys

Literatūra paremtas 5 kriterijų rinkinys, sudarytas iš puslaidininkių, gynybos ir astronautikos bei šviesos diodų industrijos tyrimų, tiko ir fotonikos industrijai. Ekspertai nei prieš giliau nagrinėjant kriterijus, nei po neįvardijo naujų svarbių kriterijų (daugiausia pabrėžė kainą, kokybę ir pristatymą). Taigi, galime teigti, kad šiose literatūroje išnagrinėtose trijose aukštųjų technologijų industrijose ir tiriamoje (fotonikos) industrijoje, bendru atveju renkantis tiekėją remiamasi tais pačiais kriterijais.

Kaina ir kokybė

Kaip ir kitose aukštųjų technologijų industrijose, fotonkos industrijoje nėra vieno akivaizdžiai dominuojančio kriterijaus (>50%). Nors kokybė (kaip ir kitose industrijose) yra labai svarbi, tačiau fotonikos industrijoje ji su kaina aršiai nekonkuruoja (išskyrus komponentus perpardavinėjančių bendrovių atveju). Reitinguojant savarankiškai iš 14 ekspertų 9 pažymėjo kokybę 1 numeriu, o kainą 1 numeriu pažymėjo vos 3. AHP metodu rezultatai pasikeitė dar labiau kokybės naudai 10-kokybė, kaina vos 1 ekspertas (E14* – optinių komponentų perpardavėjas).

Žalieji kriterijai

Nė vienas ekspertas fotonikos industrijoje neužsiminė apie tvarumo, aplinkosauginius ar kitus žaliuosius kriterijus renkantis tiekėją, kurie labai būdingi šviesos diodų industrijoje. Taip gali būti dėl to, kad optiniai komponentai yra labai toli gamybos grandinėje nuo galutinio vartotojo, kuris ypač rūpinasi aplinka ir šis kriterijus dar tiks skverbiasi tiekimo grandine link komponentų tiekėjų.

Produkto gyvavimo trukmė

Šviesos diodų industrijoje išskirta produkto gyvavimo ciklo kaina, Gynybos ir astronautikos – eksploataavimo trukmės kaina. Vykdamas interviu tik vienas fotonikos industrijos ekspertas (IE1) paminėjo šį kriterijų (<...> mums svarbu, kad tas komponentas tikrai tarnautų ilgą laiko tarpą 3-4-5 metus <...>).

Politiniai kriterijai

Gynybos industrijoje svarbus kriterijus renkantis tiekėją yra geopolitinė ir politinė situacija. Tik vienas fotonikos ekspertas (IE3) įvardijo šio kriterijaus svarbą (kategoriškas diskvalifikavimas: <...> Politinė situacija – Rusija, Baltarusija – iškart sakome – ne. <...>). Nors kiti ekspertai to neįvardijo, bet šiame tyrime tai laikyta savaime suprantamu dalyku ir atskiras kriterijus neišskirtas. Įtraukus šį kriterijų ir atlikus apklausą su papildomu kriterijumi, būtų galima ištirti, kaip politinė situacija keičia tiekėjo pasirinkimą.

Istorija ir pasirodymas praeityje

Renkantis puslaidininkių plokštelių tiekėją, *Cheng ir kt. (2009)* nurodo, kad mažiausiai svarbus (nesvarbiausias) kriterijus yra pasirodymas praeityje. Fotonikos ekspertai mini, kad bloga istorija praeityje yra diskvalifikuojantis kriterijus, dėl kurio išvis neperkama iš specifinio tiekėjo. Tai nėra „atvirkštiniai“ kriterijai, nes puslaidininkių tiekėjo pasirinkimo tyrime šis kriterijus susideda iš „įrašų kaupimo“ subkriterijaus, o ne kažkokių rimtų klaidų. Visgi, Cheng mini reputaciją, kuri susideda iš kontrakto pažeidimų (4 pagal svarbą subkriterijaus tame tyrime), taigi galime daryti prielaidą, kad blogas pasirodymas praeityje, tiek puslaidininkių, tiek fotonikos industrijoje yra svarbus.

4.5. Praktinis rezultatų pritaikymas

Žinant kaip klientai vertina tiekėjus, kokiais kriterijais remdamiesi jie sprendžia iš kurio tiekėjo pirkti, galima formuoti įmonės rinkodaros strategiją – kokiais kriterijais remiantis reklamuoti įmonę, kokius kriterijus akcentuoti kalbant su klientais, priimti kitus svarbius sprendimus.

Bendros rekomendacijos

Remiantis interviu turinio analize pastebėta, kad inžinieriai daugiau ar mažiau visada dalyvauja optinių komponentų pirkimuose. Šį faktą patvirtino ir anketinio tyrimo rezultatai. Pardavėjams plečiant pažinčių tinklą rekomenduotina inžinierius, technologus ir panašių techninių pareigybių atstovus vertinti kaip potencialius klientus.

Kokybė įvardijama kaip svarbiausias kriterijus (Kokybė: $G^{**}=40,0\%$ $G^*=42,9\%$; $G=44,00\%$). Akcijos, nuolaidos ir panašūs žemą kainą (Kaina $G^{**}=17,7\%$ $G^*=18,9\%$; $G=17,7\%$) pabrėžiantys projektai, kardinalių teigiamų pokyčių pirkimų skatinimui neturėtų padaryti.

Rekomendacijos norint optinius komponentus parduoti lazerių gamintojams

Lazerių gamintojų didžiausias prioritetas yra kokybė (47,6%). Šis svoris net dar didesnis, nei nustatytas vidutinis kokybės svoris fotonikos industrijoje (Kokybė: $G^{**}=40,0\%$ $G^*=42,9\%$; $G=44,00\%$). Aptarnavimas (14,8%) panašiam lygmenyje kaip ir kaina (14,4%).

Į reklamą įtraukiant įvairius matavimus, testų rezultatus ir pan. galima pabrėžti komponentų kokybę. Norint pabrėžti aptarnavimą, vienas iš variantų yra akcentuoti ekspertų IE1, IE4, IE5 minėtas „technines žinias“. Pavyzdys galėtų būti pranešimas, kad visi bendrovės klientų konsultantai yra daugiametę patirtį turintys optikos ekspertai.

Rekomendacijos norint optinius komponentus parduoti optinių komponentų gamintojams

Šiai kategorijai svarbiausia yra kokybė (32,1%), pristatymas (24,1%) ir aptarnavimas (21,2%). Kaip jau minėta anksčiau, kaina šiam bendrovės tipui nėra tokia svarbi, tačiau greičiausiai dėl to, kad

perka pigius ruošinius, kurie galutinėje kainoje sudaro mažą dalį (pvz. 10 EUR kainuojančio ruošinio 30% pabrangimas, gali net nepakeisti galutinės kainos, jei optinė danga, kuri dedama ant ruošinio yra labai brangi (3000-5000 EUR)).

Pristatymas irgi yra svarbus, taigi tiekėjai galėtų dalintis informacija apie ruošinių sandėlio likučius. Elektroninė ruošinių parduotuvė ar katalogas galėtų paspartinti tiek pristatymą, tiek palengvinti aptarnavimą.

Rekomendacijos norint optinius komponentus parduoti optinių komponentų perpardavėjams

Perpardavėjai nuo pastarųjų dviejų kategorijų iš esmės skiriasi tuo, kad kainos kriterijaus svoris jau labai arti kokybės kriterijaus svorio. Dar svarbus skirtumas – aptarnavimas nustumiamas į paskutinę vietą. Tai reiškia, kad šio tipo bendrovės yra linkusios bendrauti su „sudėtingais“ tiekėjais, vardan geresnės kainos. Lankstumas taip pat nustatytas labai nedidelis, tikėtina, kad lankstumą kompensuoja platus tiekėjų tinklas arba jo tiesiog nereikia (t.y. galutinis klientas derasi su perpardavėju, o perpardavėjas priklausomai nuo derybų eigos pasirenka ar keičia savo tiekėją)

Atrodytų, jog šiam tipui galėtų gerai suveikti įvairios akcijos, bet, jei verslas koncentruojasi į nestandartinių optinių komponentų gamybą (prekybą) (t.y. kiekvienam klientui parduodamas vis kitoks produktas), elektroninės parduotuvės akcijos greičiausiai nepadės. Nestandartinių komponentų perpardavėjui iš visų aptartų tipų turėtų labiausiai suveikti nuolaidos, jei nereiktų aukoti pristatymo terminų. Tikėtina, kad šio tipo bendrovės gali būti labiau linkusios aukoti kokybę vardan geros kainos.

Jei perpardavėjo verslas yra elektroninė standartinių optinių komponentų parduotuvė, tai „pigus supirkimas“ iš gamintojo, jau jo kataloge parduodamų (analogiškos kokybės) produktų galėtų būti labai geras būdas tapti partneriais.

Savo, kaip tiekėjo, efektyvumo vertinimas

Organizacijai paprašius savo klientų įvertinti ją pagal šiame darbe pateiktus kriterijus, įvertinimą galima palyginti su ekspertų nuomone. Tuomet galime nesunkiai nustatyti tas vietas kuriose organizacija veikia efektyviai (atitinka vertinimą), kuriose viršija rodiklius (skiriama per daug dėmesio) ir kur atsilieka (skiriama per mažai dėmesio).

36 Lentelė

Autoriaus rekomendacijos kriterijams

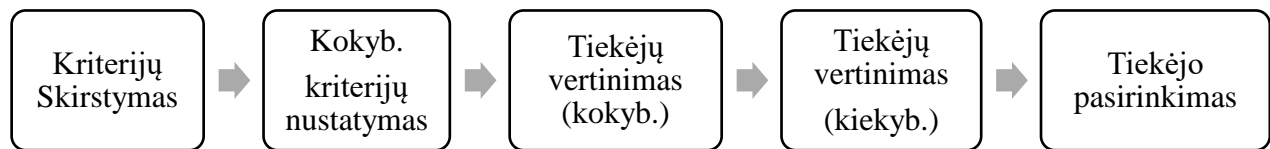
Klientui ypač svarbus kriterijus	Rekomendacija norint pagerinti vertinimą iš klientų
Kokybė	Organizacija turėtų planuoti kokybės patikros įrenginių pirkimus, sukurti arba koreguoti kokybės valdymo procedūras, jei neturi – rimtai apsvarstyti ISO sertifikavimą.
Aptarnavimas	Atsižvelgti į šį kriterijų vykdant darbuotojų atranką. Esamus darbuotojus skatinti gilinti technines žinias (vidiniai mokymai, papildomos paskatos studijuojantiems)
Kaina	Samdant darbuotojus ir nustatant atlyginimą, organizacija neturėtų pamiršti, kas svarbiausia jų klientams. Jei klientams tikrai labai svarbi kaina, galima būtų rekomenduoti reklamuotis per akcijas, nuolaidas, išpardavimus. Nestandartinių optinių komponentų tiekėjai turėtų apsvarstyti galimybę, komerciniuose pasiūlymuose šalia pateikti pigesnio komponento pasiūlymą (idealiu atveju atsižvelgti į mažai pirmumo balų surinkusio (mažesnio svorio) kriterijaus sąskaita, pvz. pigiau, bet lėčiau arba pigiau, bet prastesnių charakteristikų (kokybės))
Pristatymas	Bendrovės turėtų peržvelgti gamybos grandines ir pabandyti jas sutrumpinti. Tai galėtų būti medžiagų, ruošinių sandėliavimas ar netgi tam tikrų galutinių komponentų sandėlis. Pvz., jei lyginant su kokybe pristatymas žymiai svarbesnis, bendrovės galėtų supaprastinti kokybės patikros procedūras (mažinti imtį, pasitikėti savo tiekėjų deklaracijomis ar matavimais)
Lankstumas	Bendrovėms rekomenduojama daugiau resursų skirti moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai tiek kalbant apie įrangą, tiek apie kompetencijas. Paprastai lankstumas atvirkščiai koreliuoja su aiškėmis, aprašytomis, procedūromis. Esant didelei lankstumo svarbai rekomenduojama būtų peržiūrėti procedūras ir tam tikrose proceso vietose jas atlaisvinti, paliekant daugiau laisvės pardavimų personalui minėtą lankstumą pademonstruoti.

Tiekėjų pasirinkimo modelis

Pritaikymo pavyzdys (vertina darbo autorius): Turime tris tiekėjus, kurių kaina, pristatymo laikas ir kokybė identiška. Skiriasi tik aptarnavimas ir lankstumas. Kaip išsirinkit geriausią tiekėją ?

14 Paveikslas

Tiekėjų pasirinkimo modelio principinė schema



- 1) Kriterijai suskirstomi į kokybinius (aptarnavimas, lankstumas) ir kiekybinius (kaina, kokybė pristatymas)
- 2) Modelio vartotojas gali remtis šiame darbe nustatytais fotonikos industrijos kriterijų svoriais arba gali nutarti, kokį svorį priskirti kokybiniais, o kokį kiekybiniais kriterijams.
- 3) Tiekėjai įvertinami pagal kokybinius kriterijus (pavyzdys pateiktas žemiau)

Remiantis šia formule galima suskaičiuoti tiekėjų reitingus, konkrečiam kriterijui:

$$\text{Reitingas}(\text{tiekėjo}) = \text{Svoris}(\text{tiekėjo}) \times \text{Svoris}(\text{kriterijaus})$$

Fotonikos industrijos vidurkis: aptarnavimas 14,1%, lankstumas (10,4%), naudojamas kaip pavyzdys, bet modelio naudotojas, gali pats įsivertinti šiuos svorius apklausdamas savo klientus ar kitais būdais.

37 a Lentelė

Tiekėjų reitingavimas AHP metodu pagal aptarnavimą

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Tiekėjas 1							x											Tiekėjas 2
Tiekėjas 1					x													Tiekėjas 3
Tiekėjas 2								x										Tiekėjas 3

CR=0,4%

37 b Lentelė

Tiekėjų reitingavimo pagal aptarnavimą rezultatai

Tiekėjas	Svoris	Reitingas	Kriterijus x Tiekėjas
Tiekėjas 1	64,8%	1	0,0914
Tiekėjas 2	23,0%	2	0,0324
Tiekėjas 3	12,2%	3	0,0172
SUMA			0,141 (14,1%)

38 a Lentelė

Tiekėjų reitingavimas AHP metodu pagal lankstumą

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Tiekėjas 1	x																	Tiekėjas 2
Tiekėjas 1					x													Tiekėjas 3
Tiekėjas 2											x							Tiekėjas 3

CR=3%

38 b Lentelė

Tiekėjų reitingavimo pagal lankstumą rezultatai

Tiekėjas	Svoris	Reitingas	Kriterijus x Tiekėjas
Tiekėjas 1	75,1%	1	0,0781
Tiekėjas 2	7,0%	2	0,0073
Tiekėjas 3	17,8%	3	0,0185
SUMA			0,1039 (~10,4%)

Galime suskaičiuoti tiekėjų bendrus svorius ir nustatyti tiekėjo reitingą:

39 Lentelė

Tiekėjų reitingavimo pagal kokybinius kriterijus rezultatai

Tiekėjas	Aptarnavimas	Lankstumas	Kriterijų suma	Reitingas
Tiekėjas 1	0,0914	0,0781	0,1695	1
Tiekėjas 2	0,0324	0,0073	0,0397	2
Tiekėjas 3	0,0172	0,0185	0,0357	3

- 4) Vertinami kiekybiniai kriterijai (pavyzdyje laikoma, kad jie visiems tiekėjams vienodi), taigi ir reitingavimas vienodas.
- 5) Pasirenkamas tiekėjas surinkęs aukščiausią reitingą.

Matome, kad jei kaina, kokybė ir pristatymo laikas visų trijų tiekėjų yra toks pats, tuomet Tiekėjas 1 yra geriausias pasirinkimas iš visų trijų tiekėjų. Kadangi, šie kokybiniai kriterijai keičiasi priklausomai ne nuo užklauso ar užsakymo, o nuo pačio tiekėjo, taigi modelio naudotojas gali juos įsivertinti ilgam laikui (pvz. 6 mėnesiams), o kasdienėse operacijose vertinti tik kiekybinius kriterijus (kaina, pristatymo laikas, kokybė).

Toks vertinimas su kriterijų atskyrimu (grupavimu) gali pasitarnauti dėl bent dviejų priežasčių:

1. Darbuotojai yra šiek tiek „įgalinami“. Jie, remdamiesi savo patirtimi, nustato tiekėjo kokybinių kriterijų svorius. Nustatomas bendras organizacijos požiūris į konkretų tiekėją.
2. Vertinant kiekybinius kriterijus atsakymas gaunamas aiškus – konkretus tiekėjas geriausias. Taigi, užtikrinamas ne tik geriausio tiekėjo pasirinkimas, bet ir tiekėjų pasirinkimo pastovumas.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

IŠVADOS

1. Remiantis mokslinės literatūros analize, galima teigti, kad populiariausias daugiakriterinis vertinimo metodas tirti tiekėjų atrankai yra analitinės hierarchijos procesas (AHP), kuris populiarus dėl savo paprastumo ir plačių galimybių jį pritaikyti. Populiarumui didelę įtaką taip pat daro ir tai, kad jį nesunkiai galima integruoti su kitais metodais.
2. Visose trijose nagrinėtose aukštųjų technologijų industrijose dažniausiai svarbiausiais kriterijais yra įvardinami „kaina“ ir „kokybė“, tačiau nėra akivaizdžiai dominuojančio vieno kriterijaus, kuris vienas galėtų nulemti sprendimą rinktis tiekėją (t.y. nėra kriterijaus, kurio svoris >50%), taigi tradicinis vieno kriterijaus metodas, paremtas mažiausia pasiūlyta kaina, nėra pakankamai tvirtas aukštųjų technologijų industrijose renkantis tiekėją.
3. Kriterijų sutraukimas į dideles grupes, pvz., „tiekėjo“ ir „įrangos“ gali labai supaprastinti atranką, kai tiekėjai turi „vienodus“ vertinimus tam tikriems kriterijams (pvz., tiekėjai turi vienodą įrangą) arba „kiekybinių“ ir „kokybinių“ kriterijų grupės labai padėtų atskirti skaitine verte įvertinamus kriterijus (kaina, išeiiga ir .t.t) nuo, galimai, subjektyvių (pvz., santykiai, reputacija ir t.t.), nes tokiu būdu išvengiama sudėtingų tarpusavio palyginimų ir sumažinamos palyginimo matricos.
4. Išanalizavus ekspertų interviu gautus atsakymus, pastebėta dažniausia (pagrindinė) priežastis nepirkti optinio komponento iš specifinio tiekėjo – „praeities įvykiai (istorija) ir klaidos“.
5. Remiantis atliktų interviu ir anketinės apklausos rezultatais, galime teigti, kad beveik visais atvejais perkant optinį komponentą į sprendimo priėmimo procesą yra įsitraukę inžinieriai, nors galutinis sprendimas dažnai priimamas padalinio vadovo ar net direktoriaus.
6. Fotonikos industrijose svarbiausio kriterijaus - kokybės - svoris (priklausomai nuo ekspertų atsakymų tikslumo) yra tarp 40% ir 44%. Galima teigti, kad, kaip ir kitose nagrinėtose aukštųjų technologijų industrijose, nėra vieno visą sprendimą nulemti galinčio (>50%) kriterijaus.
7. Apskaičiuotas ekspertų sutarimo laipsnis (Kendall W koeficientas) padidėja (AHP atveju 10-17%, savarankiško reitingavimo 6-20%), kai tiriamos tik konkretaus tipo bendrovės.

Šis didėjimas sufleruoja, kad labiau išgryninus ekspertų profilius, galima pagerinti sutarimo laipsnį. Dar vienas pjūvis (pagal įmonės dydį) nebuvo darytas, kadangi keistūsi tyrimo tikslas ir pobūdis. Be to, tam reiktų apklausti daugiau ekspertų. Nors analogiškai, galima tikėtis, kad susiaurinus tyrimą iki konkretaus produkto, irgi pagerėtų sutarimo laipsnis, norint įvertinti, kiek tai paveiktų sutarimo koeficientą, reiktų atlikti atskirą tyrimą, vertinant jau konkretų produktą (ar jų grupę), o ne optinius komponentus bendrai.

PASIŪLYMAS TYRĖJAMS PLANUOJANTIEMS NAUDOTI AHP METODĄ

Analitinės hierarchijos procesu (AHP) paremtose apklausose, viena didžiausių problemų yra atsakymų pastovumas. 10% rekomendacija, kuri dažniausiai suprantama kaip reikalavimas, yra gana griežta, ypač tyrimuose, paremtuose psichologiniais, o ne matematiniais pasirinkimais. Labai plati, įvairiapusė ekspertų patirtis gali net trukdyti pasiekti atsakymų pastovumą, nes vertindami jie gali matyti kriterijų iš įvairių perspektyvų ir situacijų. Pastovumą kai kuriais atvejais, greičiausiai galima pagerinti, sukongretinus situaciją. Kai kurie autoriai pastovumą koreguoja kartu su ekspertu, kai kurie į tyrimus įtraukia mažiau pastovius atsakymus. Tada kyla klausimas - kas yra blogiau - ar priverstinai sukurtas pastovumas įtakojant ekspertą ar tikri eksperto atsakymai, tačiau viršijantys rekomenduojamą normą? Abiem atvejais, atsakymai gali būti laikomi ne visai korektiškais, taigi didelio tikslumo reikalaujančiuose tyrimuose, reikia numatyti didesnę ekspertų grupę, nes didelė dalis atsakymų preciziam tyrimui greičiausiai netiks.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Akkermans, H., & Van Wassenhove, L. N. (2017). Supply Chain Tsunamis: Research on low-probability, high-impact disruptions. *Journal of Supply Chain Management*, 54(1), 64–76. <https://doi.org/10.1111/jscm.12162>
- Aries, H., Giegerich, B., & Lawrenson, T. (2023). The guns of europe: Defence-industrial challenges in a time of war. *Survival*, 65(3), 7–24. <https://doi.org/10.1080/00396338.2023.2218716>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Boucher, T. O., Luxhoj, J. T., Descovich, T. and Litman, N. (1993). Multicriteria Evaluation of Automated Filling Systems: A Case study. *Journal of Manufacturing systems*, 12(5), 357-378
- Castelló-Sirvent, F., Meneses-Eraso, C., Alonso-Gómez, J., & Peris-Ortiz, M. (2022). Three decades of Fuzzy AHP: A bibliometric analysis. *Axioms*, 11(10), 525. <https://doi.org/10.3390/axioms11100525>
- Chai, J., & Ngai, E. W. T. (2020). Decision-making techniques in supplier selection: Recent accomplishments and what lies ahead. *Expert Systems with Applications*, 140, 112903. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112903>
- Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3872–3885. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.040>
- Chang, B., & Hung, H.-F. (2010). A study of using RST to create the supplier selection model and decision-making rules. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8284–8295. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.05.056>
- Chen, W.-C., Lin, P.-W., & Deng, W.-J. (2022). An integrated multiple-criteria decision-making model for new product development: The case of taiwan organic light-emitting diode industry. *Processes*, 10(6), 1205. <https://doi.org/10.3390/pr10061205>
- CORDIS. (2012). *Feature stories - lithuania, a leading light in laser technology: Story: Cordis: European Commission*. CORDIS. <https://cordis.europa.eu/article/id/89393-feature-stories-lithuania-a-leading-light-in-laser-technology>

- Deretarla, Ö., Erdebilli, B., & Gündoğan, M. (2023). An integrated analytic hierarchy process and complex proportional assessment for vendor selection in Supply Chain Management. *Decision Analytics Journal*, 6, 100155. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100155>
- Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5–17. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.1966.tb00818.x>
- Goepel, K. D. (2018). Implementation of an online software tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590>
- Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., & Murugesan, P. (2015). Multi Criteria Decision Making Approaches for Green Supplier Evaluation and selection: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66–83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.046>
- Graham, G., & Ahmed, P. (2000). Buyer-supplier management in the aerospace value chain. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(7), 462–468. <https://doi.org/10.1108/09576060010349767>
- Güneri, B., & Deveci, M. (2023). Evaluation of supplier selection in the defense industry using Q-Rung Orthopair Fuzzy set based EDAS approach. *Expert Systems with Applications*, 222, 119846. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119846>
- Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>
- Isaksson, O. H. D., Simeth, M., & Seifert, R. W. (2015). Knowledge spillovers in the supply chain: Evidence from the high tech sectors. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2560746>
- Ivan, K., & Lucia, N. (2013). Selected aspects of the supply chain management in the aerospace industry. *INCAS BULLETIN*, 5(1), 135–149. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2013.5.1.13>
- Jeon, J., Lee, H., & Park, Y. (2011). Implementing technology roadmapping with supplier selection for semiconductor manufacturing companies. *Technology Analysis & Strategic Management*, 23(8), 899–918. <https://doi.org/10.1080/09537325.2011.604156>
- Kang, H., & Lee, A. H. I. (2010). A new supplier performance evaluation model. *Kybernetes*, 39(1), 37–54. <https://doi.org/10.1108/03684921011021264>

- Kotteaku, A. G., Laios, L. G., & Moschuris, S. J. (1995). The influence of product complexity on the purchasing structure. *Omega*, 23(1), 27–39. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(94\)00055-f](https://doi.org/10.1016/0305-0483(94)00055-f)
- Lietuvos Lazerių asociacija. (2023, June 8). Lazerių Pramonė Lietuvoje Auga 10 kartų Greičiau Nei europos vidurkis. Lietuvos lazerių asociacija. <https://ltoptics.org/lazeriu-pramone-lietuvoje-auga-10-kartu-greiciau-nei-europos-vidurkis/>
- Lin, C., & Kuo, H. (2013). Multiple comparisons with the best for supplier selection. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(7), 1083–1092. <https://doi.org/10.1002/qre.1599>
- Lin, K.-P., Hung, K.-C., Lin, Y.-T., & Hsieh, Y.-H. (2017). Green suppliers performance evaluation in Belt and road using fuzzy weighted average with social media information. *Sustainability*, 10(2), 5. <https://doi.org/10.3390/su10010005>
- Lin, Y.-T., Lin, C.-L., Yu, H.-C., & Tzeng, G.-H. (2010). A novel hybrid MCDM approach for outsourcing vendor selection: A case study for a semiconductor company in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4796–4804. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.036>
- Manucharyan, H. (2021). Multi-criteria decision making for supplier selection: A literature critique. *Independent Journal of Management & Production*, 12(1), 329–352. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i1.1265>
- McFadden, J. D. O., & McMurray, L. J. (1995, May 30). *Trade study of optical fibers and components for space applications*. SPIE Digital Library. <https://spie.org/Publications/Proceedings/Paper/10.1117/12.210537>
- MITA. (2022, February). Lietuvos puslaidininkių sektoriaus apžvalga. <https://mita.lrv.lt/uploads/mita/documents/files/Lietuvos%20puslaidininkiu%20sektoriaus%20strategine%20apzvalga.pdf>
- Monczka, R. M. (2010). *Purchasing and Supply Chain Management* (4th ed.). South-Western Cengage Learning.
- Ocampo, L., Abad, G., Cabusas, K., Padon, M., & Sevilla, N. (2018). Recent approaches to supplier selection: A Review of Literature within 2006-2016. *International Journal of Integrated Supply Management*, 12(1/2), 22–68. <https://doi.org/10.1504/ijism.2018.095683>
- Oficialiosios statistikos portalas. (2024). *Ekonominės veiklos rūšių klasifikatorius 2 redakcija (EVRK 2 red.)*. Ekonominės Veiklos Rūšių Klasifikatorius 2 redakcija (EVRK 2 red.). <https://osp.stat.gov.lt/static/evrk2.htm>

- Paliokaitė A., Krūminas, P., Stamenov, B.; RIO Country Report 2015: Lithuania. EUR 27882 EN; doi:10.2791/049440
- photonics21 ir EPIC. (2023). Photonics Industry Supply Chain Survey 2023. https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/230421_Supply_Chain_Report_Final_C3.pdf?m=1682499310&
- Rasmussen, A., Sabic, H., Saha, S., & Nielsen, I. E. (2023). Supplier selection for Aerospace & Defense Industry through MCDM methods. *Cleaner Engineering and Technology*, 12, 100590. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100590>
- Račiukaitis, G., & Balkevičius, P. (2022). Photonics in Lithuania. *Photoniques*, (116), 26–31. <https://doi.org/10.1051/photon/202211626>
- Rostamzadeh, R. (2014). A new approach for supplier selection using Fuzzy MCDM. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 19(1), 91. <https://doi.org/10.1504/ijlsm.2014.064026>
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *The Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), p. 234-281
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process* McGraw Hill, New York. *Agricultural Economics Review*, 70, 34
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590>
- Sarkis, J., & Talluri, S. (2002). A model for strategic supplier selection. *Journal of Supply Chain Management*, 38(4), 18–28. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.2002.tb00117.x>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(4), 623–656. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x>
- SPIE. (2022). *Optics & Photonics Industry Report 2022*. SPIE, the international society for optics and photonics. https://spie.org/industry-resources/information/industry-report#=_
- Supplier selection based on process yield for led manufacturing processes. (2012). *Proceedings of the 9th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*. <https://doi.org/10.5220/0003987705940598>
- Tao, Y.-J., Lin, Y.-S., Lee, H.-S., Gan, G.-Y., & Tu, C.-S. (2022). Using a product life cycle cost model to solve supplier selection problems in a sustainable, Resilient Supply Chain. *Sustainability*, 14(4), 2423. <https://doi.org/10.3390/su14042423>

- Vijayakumar, Y., Rahim, S. A., Ahmi, A., & Rahman, N. A. (2019). Investigation of supplier selection criteria that leads to buyer-supplier long term relationship for semiconductor industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(3), 982-993.
- Wakeel, S., Ahmad, S., Bingol, S., Bashir, M. N., Pacal, T. C., & Khan, Z. A. (2020). Supplier selection for high temperature die attach by hybrid entropy-range of value MCDM technique: A semiconductor industry. *2020 21st International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)*. <https://doi.org/10.1109/icept50128.2020.9202994>
- Willner, A. E., Byer, R. L., Chang-Hasnain, C. J., Forrest, S. R., Kressel, H., Kogelnik, H., Tearney, G. J., Townes, C. H., & Zervas, M. N. (2012). Optics and photonics: Key enabling technologies. *Proceedings of the IEEE*, 100(Special Centennial Issue), 1604–1643. <https://doi.org/10.1109/jproc.2012.2190174>
- Woodside, A. G., & Samuel, D. M. (1981). Observations of centralized corporate procurement. *Industrial Marketing Management*, 10(3), 191–205. [https://doi.org/10.1016/0019-8501\(81\)90015-8](https://doi.org/10.1016/0019-8501(81)90015-8)
- Xideas, E., & Moschuris, S. (1998). The influence of product type on the purchasing structure. *European Journal of Marketing*, 32(11/12), 974–992. <https://doi.org/10.1108/03090569810243587>
- Yakowitz, D. S., Lane, L. J., & Szidarovszky, F. (1993). Multi-attribute decision making: Dominance with respect to an importance order of the attributes. *Applied Mathematics and Computation*, 54(2–3), 167–181. [https://doi.org/10.1016/0096-3003\(93\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0096-3003(93)90057-1)
- Yang, C.-L., Huang, C. L., & Chuang, S.-P. (2011). Outsourcing evaluation system based on AHP/ANP approach for LED industry. *Journal of Statistics and Management Systems*, 14(4), 709–728. <https://doi.org/10.1080/09720510.2011.10701581>
- Zhang, D. Y., Cao, X., Wang, L., & Zeng, Y. (2011). Mitigating the risk of information leakage in a two-level supply chain through optimal supplier selection. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(4), 1351–1364. <https://doi.org/10.1007/s10845-011-0527-3>

**ASSESSMENT OF THE DETERMINING CRITERIA FOR OPTICAL COMPONENTS
SUPPLIER SELECTION IN PHOTONICS' INDUSTRY ORGANIZATIONS USING
MULTICRITERIA DECISION-MAKING METHODS**

ERNIUS KAROLIS KAPAČINSKAS

Master thesis

Business Development (liet. Verslo Vystymas)

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – doc. Dr. Aurelija Ulbinaitė

Vilnius 2024

SUMMARY

126 pages, 45 tables, 14 pictures, 53 references

The main purpose of this master thesis is to assess the determining criteria for optical components supplier selection in photonics industry organizations by interviewing 5 photonics industry experts and determining the importance of those criteria by conducting AHP (analytical hierarchy process) based survey with 14 photonics industry experts.

The work consists of 3 main parts: Analysis of literature, the research and its results, conclusions and recommendations.

Analysis of literature consisted of two main parts. The first part – review and analysis of literature about supplier selection methods, concluding the AHP method as the most popular method for research of supplier selection criteria. This is followed by literature analysis of 3 high-tech industries – semiconductors, defense and aerospace, light emitting diodes with the goal to determine which criteria are most important in those industries when selecting suppliers.

After literature analysis the research methodology is mapped out and it is followed by research. The research consisted of two main parts – semi-structured interviews with 5 photonics experts and AHP (analytical hierarchy process) based survey with 14 photonics industry experts.

The semi-structured interviews showed that set of criteria literature-based by analyzing 3 other high-tech industries (Quality, Price, Delivery, Service, Flexibility) fits for photonics industry as well, with some specific sub-criteria. The disqualifying factor (reason not to purchase from specific supplier) was also confirmed by all experts: Past events (history) and mistakes. Desirable optical components supplier description concludes the interview analysis.

AHP-based survey results of only the most precise (total 7) experts ($CR \leq 10\%$) showed that most important criteria (in order of priority) are: Quality (44,0%), Price (17,7%), Delivery (15,9%), Service (12,6%) and Flexibility (9,8%). Relatively accurate (total 11) experts ($CR \leq 21\%$) showed the same order of priority, though very slightly different weights.

The semi-structured interview and survey confirmed the fact that engineers (or other technical employees) are almost always more or less involved in optical components purchasing process.

The results are compared with other 3 high tech industries. The author also provided practical recommendations for selling and advertising to three different types (laser manufacturers, optical components manufacturers, optical components resellers) of photonics industry companies. Some practical recommendations on how to self-evaluate organization based on customers priorities is also provided by author. Finally, author presented supplier selection model guidelines based on the research results.

The conclusions and recommendations summarize the main concepts of literature analysis as well as the results of the performed research. The author believes that results could be useful to both companies who sell optical components (practical suggestions) and companies who purchase optical components (supplier selection model guidelines).

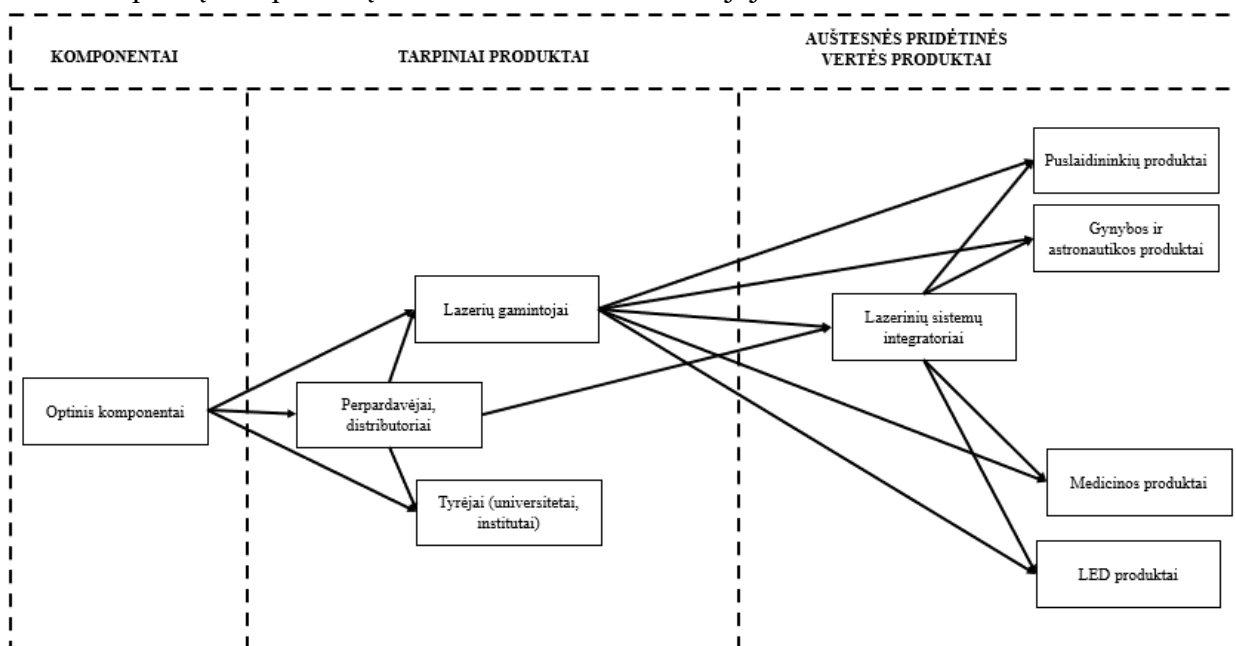
PRIEDAI

1 Priedas. Lietuvos lazerininkų bendruomenė



(Šaltinis: Itoptics.org, 2024)

2 Priedas. Optinių komponentų tiekimas fotonikos industrijoje



(Šaltinis: Parengtas autoriaus)

3 Priedas. Pusiau struktūruoto interviu klausimynas

Klausimas
1. Koks Jūsų išsilavinimas?
2. Koks Jūsų darbo stažas fotonikos industrijoje?
3. Papasakokite apie savo patirtį perkant optinius komponentus?
4. Kokie yra Jums svarbiausi kriterijai renkantis optinių komponentų tiekėją?
5. Papasakokite kodėl ir kuo svarbi optinio komponento kokybė ? 5.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda kokybė ?
6. Papasakokite kodėl svarbi optinio komponento kaina ? 6.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda kaina ?
7. Standartiniai elementai gali atkelti greitai, o sudėtingų gamyba užtrunka, kaip manote, kiek svarbus jums yra pristatymas (laikas, įpakavimas), perkant optinius komponentus ? 7.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda pristatymo kriterijus ?
8. Kaip esant problemai su elementu jus turėtų aptarnauti tiekėjas ? (Idealiu atveju) 8.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda aptarnavimo kriterijus ?
9. Kaip svarbu Jums yra tiekėjo lankstumas – galimybė daryti mažus nestandartinius užsakymus, pasiekti nestandartinius susitarimus ? 9.1. Iš kokių subkriterijų Jūsų nuomone susideda lankstumas ?
10. Kas dar Jums svarbu renkantis tiekėją ?
11. Kokios gali būti priežastys nepirkti optinio komponento iš specifinio tiekėjo ?
12. Kokie žmonės būna įtraukti į sprendimo pirkti procesą ?
13. Kas priima galutinį sprendimą?

Papildomi tyrimo klausimai

1) Minėjote kriterijų X. Kuo jis jums svarbus ?
2) Kriterijus Y jums visai nesvarbus, kodėl ?

4a Priedas. Kriterijų svarbos skalė – lietuvių kalba

RESPONDENTAS

Kriterijų hierarchija: sureitinguokite kriterijus pagal svarbą skaičiais nuo 1 (pats svarbiausias kriterijus) iki 5 (mažiausiai svarbus) kriterijus. Visi kriterijai hierarchijoje turi būti įvertinti skirtingais skaičiais nuo 1 iki 5)

Hierarchija	Kriterijus
	Kaina
	Kokybė
	Aptarnavimas
	Pristatymas
	Lankstumas

Pavyzdys:

Hierarchija	Kriterijus
1	Atlyginimas
5	Vakarėlis
2	Atostogos
4	Laisvadienis
3	Priedas

PASTABA: Jei atsakymai pastovūs - atsakymų vertinimas pagal svarbą turėtų sutapti su hierarchija.

4b Priedas. Kriterijų svarbos skalė – anglų kalba

RESPONDED

Criteria Hierarchy: Please rate criteria based on the importance: 1(Most important criteria) to 5 (least important criteria). All criteria in the **Hierarchy** must be evaluated with different numbers from 1 to 5.

Hierarchy	Criteria
	Price
	Quality
	Service
	Delivery
	Flexibility

Example:

Hierarchy	Criteria
1	Salary
5	Party
2	Vacation
4	Day-off
3	Salary bonus

NOTE: If your answers are consistent – evaluation of importance should match the hierarchy.

5a Priedas. Porinio paliginimo skalė

RESPONDENTAS	PRADŽIA	PABAIGA

Porins palyginimas: Kiekvienoje eilutėje yra kriterijų pora. Apibraukite, Jūsų nuomone, svarbesnį kriterijų ir skalėje pažymėkite kiek tas apibrauktas kriterijus yra svarbesnis už jo porininką.

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Kaina																		Kokybė
Kaina																		Aptarnavimas
Kaina																		Pristatymas
Kaina																		Lankstumas
Kokybė																		Aptarnavimas
Kokybė																		Pristatymas
Kokybė																		Lankstumas
Aptarnavimas																		Pristatymas
Aptarnavimas																		Lankstumas
Pristatymas																		Lankstumas

Įvertinę skaičiumi konkretaus kriterijaus svarbą (lyginant su kitu kriterijumi), pažymėkite atitinkamą langelį simboliu „X“

- 1 – kriterijai vienodai svarbūs**
- 2 – šiek tiek svarbesnis**
- 9 – vienareikšmiškai svarbesnis**

Pavyzdžiai

- 1 – kriterijai vienodai svarbūs
- 2 – šiek tiek svarbesnis
- 9 – vienareikšmiškai svarbesnis

Pavyzdys: Miegas truputį svarbiau už darbą

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Miegas							X											Darbas

Pavyzdys: Laisvadienis daug svarbiau už laisvą pusdienį

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Laisvas pusdienis													X					Laisvadienis

Pavyzdys: Atostogos vienareikšmiškai svarbiau už gerą orą

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Geras oras																	X	Atostogos

Pavyzdys: Sūnus tiek pat svarbus kiek ir dukra

Kriterijus	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterijus
Sūnus									X									Dukra

5b Priedas. Porinio paliginimo skalė – anglų kalba

RESPONDENT	START	FINISH

Pairwise comparison: In each line you can find a pair of criteria. Circle the criteria which is more important in the pair and mark |X| in the scale to emphasize how much in numbers the circled criteria is more important. (please check example)

Criterion	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Criterion
Price																		Quality
Price																		Service
Price																		Delivery
Price																		Flexibility
Quality																		Service
Quality																		Delivery
Quality																		Flexibility
Service																		Delivery
Service																		Flexibility
Delivery																		Flexibility

To evaluate the importance of the criteria (when comparing to its pair), mark corresponding square using symbol „X“

- 1 – Both criteria are equally important
- 2 – Circled criterion is somewhat more important
- 9 – Circled criterion is absolutely more important

Examples

1 – Both criteria are equally important

2 – Circled criterion is somewhat more important

9 – Circled criterion is absolutely more important

E.g.: Sleeping is a bit more important than working

Criterion	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Criterion
Sleeping							X											Working

E.g.: Full day off is way better than half a day-off

Criterion	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Criterion
Half a day-off													X					Full day-off

E.g. Vacation is absolutely better than good weather

Criterion	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Criterion
Good weather																	X	Vacation

E.g. Son is as equally important as the daughter

Criterion	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Criterion
Son									X									Daughter

Duomenų įvedimas

Žingsnis nr. 1: Pasirenkame kriterijų skaičių, reikalingą tyrimui atlikti. Pilotiniame tyrime, remiantis mokslinės literatūros analize panašiuose sektoriuose, išskyreme 5 kriterijus, taigi įrašome skaičių 5.

Select number of criteria:

Input number and names (2 - 20)

Žingsnis nr. 2: Suteikiame kriterijams pavadinimus. Pilotiniame tyrime naudojame tuos 5 kriterijus, išskirtus literatūros apžvalgoje.

AHP Criteria Names

Please fill out

AHP priorities	
Name of Criteria	
1	<input type="text" value="Kaina"/>
2	<input type="text" value="Kokybė"/>
3	<input type="text" value="Aptarnavimas"/>
4	<input type="text" value="Pristatymas"/>
5	<input type="text" value="Lankstumas"/>
max. 45 character ea.	
<input type="button" value="OK"/>	

Žingsnis nr. 3: suvedę kriterijus, pažymime kuris iš jų svarbesnis, ir kiek svarbesnis skalėje nuo 1(kriterijų svarba vienoda, t.y. lygūs) iki 9(pažymėtas kriterijus vienareikšmiškai svarbesnis už jo porininką)

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1	<input type="radio"/> Kaina	<input checked="" type="radio"/> Kokybė	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Kaina	<input type="radio"/> Aptarnavimas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Kaina	<input type="radio"/> Pristatymas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Kaina	<input type="radio"/> Lankstumas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Kokybė	<input type="radio"/> Aptarnavimas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> Kokybė	<input type="radio"/> Pristatymas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> Kokybė	<input type="radio"/> Lankstumas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input type="radio"/> Aptarnavimas	<input checked="" type="radio"/> Pristatymas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input type="radio"/> Aptarnavimas	<input checked="" type="radio"/> Lankstumas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Pristatymas	<input type="radio"/> Lankstumas	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 5.5% OK			
<input type="button" value="Calculate"/>		<input type="button" value="Download_(.csv)"/> <input type="checkbox"/> dec. comma	

Žingsnis nr. 4: Patikriname ar CR (CR – Consistency Ratio, Atsakymų pastovumą parodantis rodiklis), yra žemiau rekomenduojamos vertės (t.y. CR <10%)

Rezultatai ir jų interpretavimas

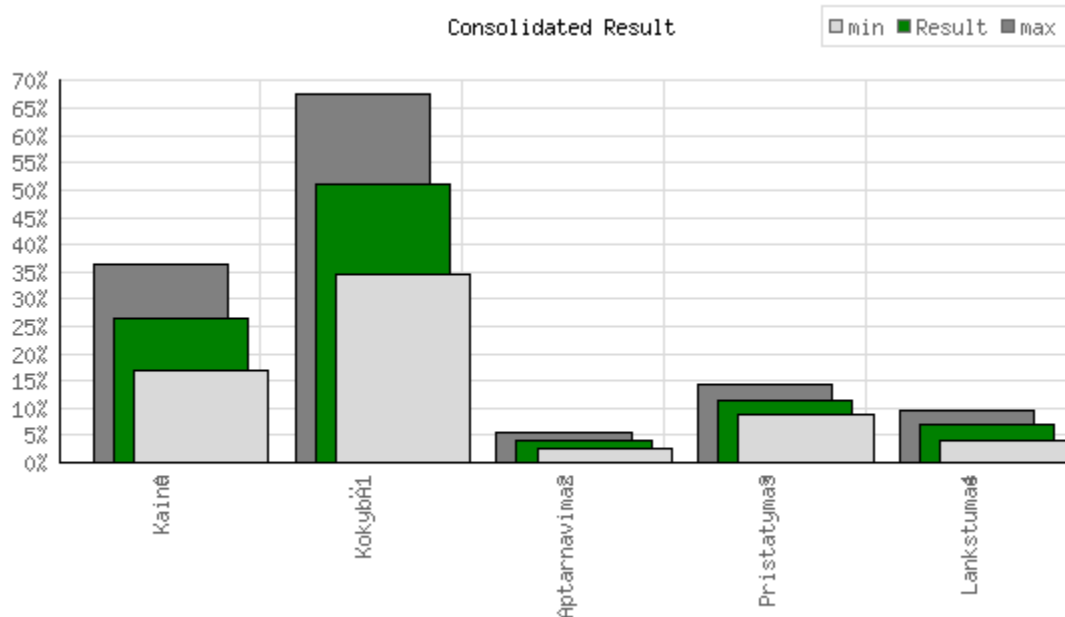
Prioritetų matricioje pateikiami kriterijai, jų svarbą (%), priskiriamas hierarchijos numeris (kuo mažesnis numeris – tuo kriterijus yra aukščiau hierarchijoje). Taip pat, parodomi nuokrypiai nuo pateiktos svarbos vertės.

Priorities


These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	Kaina	26.5%	2	9.7%	9.7%
2	Kokybė	51.1%	1	16.5%	16.5%
3	Aptarnavimas	4.0%	5	1.6%	1.6%
4	Pristatymas	11.5%	3	2.7%	2.7%
5	Lankstumas	6.9%	4	2.7%	2.7%

Remiantis šiais duomenimis, pateikiama histograma, atvaizduojanti prioritetų lentelės rezultatus ir nuokrypius:



7 priedas. Pirminė vertinimo skalė

Data	Pradžia									
	Pabaiga									
Respondentas		SVARBA 								
Kriterijų pora		Keik svarbesnis apibrauktas kriterijus ?								
Apibraukite svarbesnį kriterijų		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kaina	Kokybė									
Kaina	Aptarnavimas									
Kaina	Pristatymas									
Kaina	Lankstumas									
Kokybė	Aptarnavimas									
Kokybė	Pristatymas									
Kokybė	Lankstumas									
Aptarnavimas	Pristatymas									
Aptarnavimas	Lankstumas									
Pristatymas	Lankstumas									

Įvertinę skaičiumi konkretaus kriterijaus svarbą (lyginant su kitu kriterijumi), pažymėkite atitinkamą langelį simboliu „X“

8 Priedas. Pirminių interviu metu nustatyti prioritetai

Pirmasis Ekspertas

	Prioritetas	Hierarchija	(+)	(-)
Kaina	32.8%	2	12.8%	12.8%
Kokybė	41.8%	1	28.9%	28.9%
Aptarnavimas	4.4%	5	1.9%	1.9%
Pristatymas	9.6%	4	2.4%	2.4%
Lankstumas	11.8%	3	4.5%	4.5%

Antrasis Ekspertas

	Prioritetas	Hierarchija	(+)	(-)
Kaina	14.0%	3	4.3%	4.3%
Kokybė	58.3%	1	31.4%	31.4%
Aptarnavimas	7.4%	4	2.9%	2.9%
Pristatymas	3.6%	5	1.6%	1.6%
Lankstumas	16.7%	2	7.2%	7.2%

9 Priedas. Kriterijų reitingavimas remiantis AHP metodu rezultatai

	E1	E2	E3**	E4*	E5	E6	E7
Kaina	3	2	3	2	5	3	4
Svoris	14,0%	32,8%	16,3%	28,2%	8,0%	16,4%	6,4%
Paklaida	4,3%	12,8%	19,2%	16,8%	5,1%	2,6%	1,6%
Kokybė	1	1	2	1	1	1	1
Svoris	58,3%	41,5%	31,1%	46,6%	42,7%	52,3%	37,0%
Paklaida	31,4%	28,9%	30,8%	21,2%	16,4%	14,3%	22,6%
Aptarnavimas	4	5	4	3	3	2	2
Svoris	7,4%	4,4%	9,6%	15,3%	15,4%	17,2%	30,8%
Paklaida	2,9%	1,9%	8,4%	10,9%	4,5%	5,2%	10,8%
Pristatymas	5	4	1	5	3	5	3
Svoris	3,6%	9,6%	39,6%	3,2%	15,4%	5,1%	20,3%
Paklaida	1,6%	2,4%	28,3%	1,9%	4,5%	2,1%	7,5%
Lankstumas	2	3	5	4	2	4	5
Svoris	16,7%	11,8%	3,3%	6,6%	18,4%	9,1%	5,6%
Paklaida	7,2%	4,5%	1,8%	5,6%	12,2%	3,5%	2,0%

	E8*	E9	E10	E11*	E12**	E13**	E14*
Kaina	3	3	2	4	3	5	1
Svoris	14,4%	11,7%	34,8%	3,5%	19,6%	4,1%	38,0%
Paklaida	11,6%	4,7%	11,8%	1,6%	15,0%	1,1%	23,0%
Kokybė	2	2	1	1	1	1	2
Svoris	36,7%	34,4%	41,7%	54,8%	23,8%	33,0%	26,3%
Paklaida	15,6%	9,3%	19,5%	35,0%	12,0%	27,9%	17,3%
Aptarnavimas	4	4	4	2	2	2	5
Svoris	7,9%	6,4%	6,5%	24,1%	21,6%	25,8%	4,6%
Paklaida	6,0%	2,6%	3,2%	10,2%	11,7%	19,2%	3,6%
Pristatymas	1	1	3	5	5	4	3
Svoris	37,5%	43,5%	13,7%	3,4%	16,6%	16,0%	22,1%
Paklaida	16,5%	21,1%	7,2%	1,7%	15,2%	17,1%	14,0%
Lankstumas	5	5	5	3	4	3	4
Svoris	3,5%	4,0%	3,2%	14,2%	18,4%	21,2%	9,0%
Paklaida	1,6%	1,6%	1,6%	6,1%	23,3%	28,5%	4,4%

10 Priedas. Kriterijų reitingavimo savarankišku reitingavimu (EV) rezultatai

Ekspertas	Kaina	Kokybė	Aptarnavimas	Pristatymas	Lankstumas
E1	2	1	4	3	5
E2	2	1	5	4	3
E3	2	3	5	1	4
E4	1	3	5	2	4
E5	2	1	3	4	5
E6	3	1	2	5	4
E7	1	4	5	2	3
E8	4	1	3	2	5
E9	3	2	4	1	5
E10	2	1	3	4	5
E11	4	1	2	5	3
E12	5	1	2	4	3
E13	1	2	3	4	5
E14	2	1	4	3	5

11 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų savarankiško ir AHP reitingavimo sutaptis)

$$q = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Čia d^2 – rangų skirtumo kvadratas, n – kriterijų skaičius

E1	EV	AHP	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	2	3	-1	1
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	4	4	0	0
Pristatymas	3	5	-2	4
Lankstumas	5	2	3	9
			$\sum d^2$	14
			n	5
			ρ	30,000%

E2	EV	AHP	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	2	2	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	5	5	0	0
Pristatymas	4	4	0	0
Lankstumas	3	3	0	0
			$\sum d^2$	0
			n	5
			ρ	100,000%

E3	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	2	3	-1	1
Kokybė	3	2	1	1
Aptarnavimas	5	4	1	1
Pristatymas	1	1	0	0
Lankstumas	4	5	-1	1
			$\sum d^2$	4
			n	5
			ρ	80,000%

E4	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	1	2	-1	1
Kokybė	3	1	2	4
Aptarnavimas	5	3	2	4
Pristatymas	2	5	-3	9
Lankstumas	4	4	0	0
			$\sum d^2$	18
			n	5
			ρ	10%

E5	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	2	5	-3	9
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	3	3,5	-0,5	0,25
Pristatymas	4	3,5	0,5	0,25
Lankstumas	5	2	3	9
			$\sum d^2$	18,5
			n	5
			ρ	8%

E6	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	3	3	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	5	5	0	0
Lankstumas	4	4	0	0
			$\sum d^2$	0
			n	5
			ρ	100%

E7	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	1	4	-3	9
Kokybė	4	1	3	9
Aptarnavimas	5	2	3	9
Pristatymas	2	3	-1	1
Lankstumas	3	5	-2	4
			$\sum d^2$	32
			n	5
			ρ	-60%

E8	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	4	3	1	1
Kokybė	1	2	-1	1
Aptarnavimas	3	4	-1	1
Pristatymas	2	1	1	1
Lankstumas	5	5	0	0
			$\sum d^2$	4
			n	5
			ρ	80%

E9	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	3	3	0	0
Kokybė	2	2	0	0
Aptarnavimas	4	4	0	0
Pristatymas	1	1	0	0
Lankstumas	5	5	0	0
			$\sum d^2$	0
			n	5
			ρ	100%

E10	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	2	2	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	3	4	-1	1
Pristatymas	4	3	1	1
Lankstumas	5	5	0	0
			$\sum d^2$	2
			n	5
			ρ	90%

E11	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	4	4	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	5	5	0	0
Lankstumas	3	3	0	0
			$\sum d^2$	0
			n	5
			ρ	100%

E12	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	5	3	2	4
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	4	5	-1	1
Lankstumas	3	4	-1	1
			$\sum d^2$	6
			n	5
			ρ	70%

E13	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	1	5	-4	16
Kokybė	2	1	1	1
Aptarnavimas	3	2	1	1
Pristatymas	4	4	0	0
Lankstumas	5	3	2	4
			$\sum d^2$	22
			n	5
			ρ	-10%

E14	EV	AHP	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	2	1	1	1
Kokybė	1	2	-1	1
Aptarnavimas	4	5	-1	1
Pristatymas	3	3	0	0
Lankstumas	5	4	1	1
			$\sum d^2$	4
			n	5
			ρ	80%

12 Priedas. Kendalo W koeficientas, pagal CR tikslumo grupes (AHP reitingas)

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}; \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i; S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Čia m – ekspertų skaičius, n – kriterijų skaičius, R – nuokrypis, S – nuokrypio kvadratų suma ($R_i - R_{vid}$)

AHP	E1	E2	E3**	E4*	E5	E6	E7	E8*	E9	E10	E11*	E12**	E13**	E14*
Kaina	3	2	4	3	5	1	2	3	2	5	3	4	3	3
Kokybė	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2
Aptarnavimas	4	4	2	2	2	5	5	4	3	3,5	2	2	4	4
Pristatymas	5	3	5	5	4	3	4	1	5	3,5	5	3	1	1
Lankstumas	2	5	3	4	3	4	3	5	4	2	4	5	5	5

Visi ekspertai (G**)			Tiksliausi (CR≤10%)			Sąlyginai tikslūs (CR≤21%) G*		
R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i
43	42	1	20	21	1	32	33	1
18	42	576	8	21	169	14	33	361
46,5	42	20,25	26,5	21	30,25	38,5	33	30,25
48,5	42	42,25	27,5	21	42,25	39,5	33	42,25
54	42	144	23	21	4	41	33	64

R _{vid}	42	R _{vid}	21	R _{vid}	33
S	783,5	S	246,5	S	498,5
W**	39,97%	W	50,31%	W*	41,20%
m	14	m	7	m	11
n	5	n	5	n	5

13 Priedas. Kendalo W koeficientas, pagal CR tikslumo grupes (savarankiško reitingavimo reitingai)

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}; \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i; S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Čia m – ekspertų skaičius, n – kriterijų skaičius, R – nuokrypis, S – nuokrypio kvadratų suma (R_i-R_{vid})

EV	E1	E2	E3**	E4*	E5	E6	E7	E8*	E9	E10	E11*	E12**	E13**	E14*
Kaina	2	2	4	5	1	2	2	2	1	2	3	1	4	3
Kokybė	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	4	1	2
Aptarnavimas	4	3	2	2	3	4	5	5	5	3	2	5	3	4
Pristatymas	3	4	5	4	4	3	4	1	2	4	5	2	2	1
Lankstumas	5	5	3	3	5	5	3	4	4	5	4	3	5	5

Visi ekspertai (G**)			Tiksliausi (CR≤10%)			Sąlyginai tikslūs (CR≤21%) G*		
R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i
34	42	64	12	21	81	25	33	64
23	42	361	10	21	121	17	33	256
50	42	64	27	21	36	40	33	49
44	42	4	24	21	9	35	33	4
59	42	289	32	21	121	48	33	225

R _{vid}	42	R _{vid}	21	R _{vid}	33
S	782	S	368	S	598
W**	39,90%	W	75,10%	W*	49,42%
m	14	m	7	m	11
n	5	n	5	n	5

14 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų porų sutaptis, AHP)

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Čia d^2 – rangų skirtumo kvadratas, n – kriterijų skaičius

P1	E2	E10	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	2	2	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	5	4	1	1
Pristatymas	4	3	1	1
Lankstumas	3	5	-2	4
			$\sum d^2$	6
			n	5
			ρ	70%

P2	E11	E6	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	4	3	1	1
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	5	5	0	0
Lankstumas	3	4	-1	1
			$\sum d^2$	2
			n	5
			ρ	90%

P3	E13	E7	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	5	4	1	1
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	4	3	1	1
Lankstumas	3	5	-2	4
			$\sum d^2$	6
			n	5
			ρ	70%

P4	E14	E8	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	1	3	-2	4
Kokybė	2	2	0	0
Aptarnavimas	5	4	1	1
Pristatymas	3	1	2	4
Lankstumas	4	5	-1	1
			$\sum d^2$	10
			n	5
			ρ	50%

15 Priedas. Spirmano koeficientų tarpiniai skaičiavimai (ekspertų porų sutaptis, savarankiško reitingavimo)

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Čia d^2 – rangų skirtumo kvadratas, n – kriterijų skaičius

P1	E2	E10	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	2	2	0	0
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	5	3	2	4
Pristatymas	4	4	0	0
Lankstumas	3	5	-2	4
			$\sum d^2$	8
			n	5
			ρ	60%

P2	E11	E6	Rangų skirtumai	d^2
Kaina	4	3	1	1
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	2	2	0	0
Pristatymas	5	5	0	0
Lankstumas	3	4	-1	1
			$\sum d^2$	2
			n	5
			ρ	90%

P3	E13	E7	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	1	1	0	0
Kokybė	2	4	-2	4
Aptarnavimas	3	5	-2	4
Pristatymas	4	2	2	4
Lankstumas	5	3	2	4
$\sum d^2$				16
n				5
ρ				20%

P4	E14	E8	Rangų skirtumai	d ²
Kaina	2	4	-2	4
Kokybė	1	1	0	0
Aptarnavimas	4	3	1	1
Pristatymas	3	2	1	1
Lankstumas	5	5	0	0
$\sum d^2$				6
n				5
ρ				70%

16 Priedas. Kendalo W koeficientas, priklausomai nuo bendrovės tipo (AHP reitingas)

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}; \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i; S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Čia m – ekspertų skaičius, n – kriterijų skaičius, R – nuokrypis, S – nuokrypio kvadratų suma (R_i-R_{vid})

AHP	E1	E2	E3**	E4*	E5	E6	E7	E8*	E9	E10	E11*	E12**	E13**	E14*
Kaina	3	2	4	3	5	1	2	3	2	5	3	4	3	3
Kokybė	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2
Aptarnavimas	4	4	2	2	2	5	5	4	3	3,5	2	2	4	4
Pristatymas	5	3	5	5	4	3	4	1	5	3,5	5	3	1	1
Lankstumas	2	5	3	4	3	4	3	5	4	2	4	5	5	5

Lazerių gamintojas			Optinių komponentų gamintojas			Optinių komponentų perpardavėjas		
R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i
19	18	1	11	12	1	13	12	1
7	18	121	5	12	49	6	12	36
17	18	1	14	12	4	15,5	12	12,25
27	18	81	13	12	1	8,5	12	12,25
20	18	4	17	12	25	17	12	25

Lazerių gamintojas		Optinių komponentų gamintojas		Optinių komponentų perpardavėjas	
R _{vid}	18	R _{vid}	12	R _{vid}	12
S	208	S	80	S	86,5
W	57,78%	W	50,00%	W	54,06%
m	6	m	4	m	4
n	5	n	5	n	5

17 Priedas. Kendalo W koeficientas, priklausomai nuo bendrovės tipo (savarankiškas reitingavimas)

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}; \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i; S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Čia m – ekspertų skaičius, n – kriterijų skaičius, R – nuokrypis, S – nuokrypio (R_i-R_{vid}) kvadratų suma

EV	E1	E2	E3**	E4*	E5	E6	E7	E8*	E9	E10	E11*	E12**	E13**	E14*
Kaina	2	2	4	5	1	2	2	2	1	2	3	1	4	3
Kokybė	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	4	1	2
Aptarnavimas	4	3	2	2	3	4	5	5	5	3	2	5	3	4
Pristatymas	3	4	5	4	4	3	4	1	2	4	5	2	2	1
Lankstumas	5	5	3	3	5	5	3	4	4	5	4	3	5	5

Lazerių gamintojas			Optinių komponentų gamintojas			Optinių komponentų perpardavėjas		
R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i	R _i	R _{vid}	S _i
17	18	1	8	12	16	9	12	9
7	18	121	9	12	9	7	12	25
17	18	1	18	12	36	15	12	9
24	18	36	10	12	4	10	12	4
25	18	49	15	12	9	19	12	49

Lazerių gamintojas		Optinių komponentų gamintojas		Optinių komponentų perpardavėjas	
R _{vid}	18	R _{vid}	12	R _{vid}	12
S	208	S	74	S	96
W	57,78%	W	46,25%	W	60,00%
m	6	m	4	m	4
n	5	n	5	n	5

18 Priedas. Apklauso forma

Lietuvių kalba	Anglų kalba
Koks Jūsų vardas?	What is your name?
Kurioje šalyje jūs gyvenate?	What is your country of residence?
Kiek metų dirbate (dirbote) fotonikos industrijoje?	How many years have you been working (or worked) in photonics industry?
<p>Kas geriausia apibrėžia jūsų rolę optinių komponentų pirkimo procese ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialistas, įtrauktas į optinių komponentų pirkimą • Galutinį sprendimą priimančias žmogus • Komercinė rolė (pardavimai, pirkimai, kt.) • Techninė rolė (inžinierius, technologas, kt.) • Kita (prašome nurodyti) 	<p>Which best describes you in optical components purchasing process (check multiple boxes if not sure)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialist involved in optical components purchasing • Final decision maker • Commercial role (sales, purchasing, etc.) • Technical role (engineer, technologist, etc.) • Other (please specify)
<p>Kuris variantas geriausiai apibūdina Jūsų, kaip organizacijos rolę?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universitetas ar tyrimų institucija • Optinių prietaisų (įskaitant lazerius) gamintojas • Optinių komponentų perpardavėjas • Optinių komponentų gamintojas 	<p>Which best describes your role as an organization?</p> <ul style="list-style-type: none"> • University or research institution • Optical device (including lasers) manufacturer • Optical components reseller • Optical components manufacturer
<p>Išreitinguokite šiuos kriterijus nuo didžiausią svarbą turinčio (viršuje) iki mažiausią svarbą turinčio (apačioje). Galite naudotis rodyklėmis arba „vilkite ir palikite“ naudodamiesi pele.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respondento prašoma užpildyti 4a priede pateiktą lentelę 	<p>Rank these criteria from highest importance (TOP) to lowest importance (BOTTOM). You can use arrows or drag-and-drop</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respondent is asked to fill table from Annex 4 b
Respondentas atlieka porinį palyginimą pateiktą 5a priede	Respondent fills out pairwise comparison from annex 5b

Jei pageidaujate gauti apklausos rezultatus (viso tyrimo santrauką), įveskite savo elektroninio pašto adresą:

If you would like to get survey results (summary of whole research), please input your email address: