



**Kauno technologijos universitetas**

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

# **Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas**

Baigiamasis magistro studijų projektas

---

**Dainius Šiaučiulis**

Projekto autorius

**Doc. dr. Dainius Vaičiulis**

Vadovas

---

**Panevėžys, 2021**



**Kauno technologijos universitetas**  
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

## **Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas**

Baigiamasis magistro studijų projektas

Statybos valdymas (6211EX007)

---

**Dainius Šiaučiulis**

Projekto autorius

**Doc. dr. Dainius Vaičiulis**

Vadovas

Recenzentas / Recenzentė

---

**Panevėžys, 2021**



**Kauno technologijos universitetas**

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

Dainius Šiaučiulis

## **Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Dainiaus Šiaučiulio, baigiamasis projektas tema „Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)



**Kauno technologijos universitetas**  
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

**TVIRTINU**  
TVKC vadovė  
Doc. dr. Nida Kvedaraitė

## **Baigiamojo magistro projekto užduotis**

Diplomantui *Dainiui Šiaučiuliui*

Baigiamojo projekto tema lietuvių kalba

*STATYBOS DARBUOTOJŲ DARBO VIETOS KOMPLEKSINIS RIZIKOS VERTINIMAS*

Baigiamojo projekto tema anglų kalba

*COMPLEX RISK ASSESSMENT OF CONSTRUCTION WORKERS' WORKPLACE*

Patvirtinta 2020 m. lapkričio 9 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-13-20.

Parengto baigiamojo projekto įkėlimo į Lietuvos akademinės elektroninės bibliotekos informacinės sistemos (eLABa) talpyklą ir Moodle aplinką terminas iki 2021 m. sausio 4 d.

Duomenys, reikalavimai ir sąlygos baigiamajam projektui

*Įvertinti ne mažiau kaip 4-ių individualus namo statybos darbų rizikingumą naudojant daugiakriterį SAW metodą. Statybos darbų rizikingumą turi apibūdinti ne mažiau kaip 5-i rodikliai. Apklausti ne mažiau kaip 7-is saugos darbe ekspertus.*

*Baigiamasis magistro projektas turi atitikti KTU Panevėžio technologijų ir verslo fakulteto baigiamųjų projektų apipavidalinimo reikalavimus.*

Baigiamojo projekto užduotys / uždaviniai, kurie turi būti atskleisti projekte

- 1. Išnagrinėti Lietuvos ir užsienio mokslinius darbus/tyrimus susijusius su statybos darbų rizikos vertinimu, sauga darbe ir darbuotojų sveikata.*
- 2. Išnagrinėti daugiakriterį SAW vertinimo metodą.*
- 3. Atlikti saugos darbe ekspertų apklausą.*
- 4. Atlikti statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimą, nustatyti kokie iš naudotų rodiklių turi didžiausią ir mažiausią įtaką statybos darbuotojo darbo vietos rizikos vertinime.*

Vadovas / Vadovė:

*Dainius Vaičiulis*

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

Užduotį gavau:

*Dainius Šiaučiulis*

(studento vardas, pavardė, parašas)

2020 m. gruodžio 1 d.

Šiaučiulis Dainius. Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Dainius Vaičiulis; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): statybos inžinerija, technologijos mokslai (inžinerijos mokslai).

Reikšminiai žodžiai: statyba, kompleksinis vertinimas, rizika, sauga, sveikata, SAW.

Panevėžys, 2021. 64 p.

## Santrauka

Statyba yra pramonės šaka, kurioje darbas vyksta nuolat besikeičiančiose darbo aplinkose, o statybos darbuotojų darbo vieta nėra pastovi. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, 2020 m. antrąjį ketvirtį Lietuvoje atlikta statybos darbų už 814,1 mln. EUR. Kita vertus, dirbantys statybose darbuotojai nuolat susiduria su įvairiausiomis rizikomis: kasmet maždaug 250 mln. statybos darbuotojų susižeidžia savo darbo vietose ir daugiau kaip 1,1 mln. iš jų žūsta [6]. Prieš 4 metus atlikto tarptautinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad tik 46 proc. statybos darbuotojų teigia, jog jų darbo vieta yra saugi [9]. Mokslininkų teigimu, statybos pramonė yra viena pavojingiausių ir labiausiai nelaimingų atsitikimų turinčių darbo aplinkų, nes statybos darbuotojai susiduria su pernelyg dideliais pavojais savo darbo vietoje, kur jie gali sunkiai susižeisti ar net mirtį. Naujausioje mokslinėje literatūroje rašoma, kad statybos darbuotojai patiria dvigubai daugiau su darbu susijusių traumų ir ligų nei vidutiniškai visi kitų pramonės šakų darbuotojai [16, 26]. Ir nors statybos įmonių vadovai teigia, jog statybos darbai yra ypač sunkūs ir neįmanoma išvengti statybos darbuotojų sužalojimo darbe, esami moksliniai tyrimai teikia neįkainojamą informaciją apie statybos darbuotojų darbo vietos rizikos valdymo priemonių taikymą, taip pat apie priemonių, procesų ir technologijų, kurios gali sumažinti įtampos ir patempimo tipo pavojus, diegimą.

Šiame kontekste galima teigti, kad statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas tapo būtinu šiuolaikinių statybų organizavimo sėkmės garantu. Todėl pagrindinė problema darbo vietose – siekiant išvengti nelaimingų atsitikimų statybose, atskleisti statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinio rizikos vertinimo būtinumą.

Darbo tikslas – atlikti statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinį rizikos vertinimą.

Darbo objektas – statybos darbuotojų darbo vieta.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti Lietuvos ir užsienio mokslinius darbus/tyrimus susijusius su statybos darbų rizikos vertinimu, sauga darbe ir darbuotojų sveikata.
2. Išnagrinėti daugiakriterį SAW vertinimo metodą.
3. Atlikti saugos darbe ekspertų apklausą.
4. Atlikti statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimą, nustatyti kokie iš naudotų rodiklių turi didžiausią ir mažiausią įtaką statybos darbuotojo darbo vietos rizikos vertinime.

Siekiant nustatyti rizikos vertinimo rodiklių reikšmingumus apklausta 11-a darbuotojų sveikatos ir saugos specialistų/ekspertų. Atlikus ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimus taikant konkordacijos koeficiento skaičiavimo metodiką, nustatyta, kad apklausoje dalyvavusių

specialistų/ekspertų nuomonės yra suderintos, nes  $X^2 > X_{kr}^2$  ( $98,146 > 21,67$ ). Rodiklių dydžius (svorius) galima taikyti kiekybiniam daugiakriteriui vertinimui.

Atlikus apklausos duomenų apdorojimą gauta, kad didžiausią įtaką rizikos vertinime turėjo darbuotojų kritimo iš aukščio veiksnys, jis surinko 0,106 balo, krovinio kėlimo ir pernešimo pastoviai per pamainą veiksnys buvo antras pagal reikšmingumą – 0,105 balo, daiktų kritimo pavojaus ant apačioje dirbančių darbuotojų veiksnys užėmė trečią vietą surinkęs 0,103 iš 1 balo. Mažiausią įtaką turėjo darbuotojų sąlyčio su cheminėmis medžiagomis veiksnys, surinkęs 0,091 iš 1 balo.

Atliktas vidaus apdailos darbo rūšių (lubų plokščių montuotojo, sienų tinkuotojo, grindų klojėjo ir dažytojo) darbo vietos rizikos vertinimas SAW metodu. Nustatyta, kad mažiausiai rizikinga yra grindų klojėjo, o rizikingiausia – sienų tinkuotojo darbo vieta. Grindų klojėjo darbas yra apie 30% (arba 1,46 karto) mažiau rizikingas už sienų tinkuotojo darbą.

Šiaučiulis Dainius. Complex Risk Assessment of Construction Workers' Workplace. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Dainius Vaičiulis; Panevėžys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Civil Engineering, Technology Sciences (Engineering Sciences).

Keywords: construction, integrated assessment, risk, safety, health, SAW.

Panevėžys, 2021. 64 pages.

### **Summary**

Construction is an industry in which work takes place in ever-changing work environments and the workplace of construction workers is not constant. According to the data of the Lithuanian Department of Statistics, in 2020. In the second quarter, construction works were performed in Lithuania for 814.1 million EUR. On the other hand, construction workers are constantly exposed to a wide range of risks: around 250 million people a year. construction workers injure their jobs and more than 1.1 million. of which dies [6]. The results of an international study conducted 4 years ago revealed that only 46 percent. construction workers claim that their workplace is safe [9]. According to scientists, the construction industry is one of the most dangerous and accident-prone work environments, as construction workers face excessive hazards in their workplace, where they can be seriously injured or even killed. Recent scientific literature suggests that construction workers suffer twice as many work-related injuries and illnesses as, on average, all workers in other industries [16, 26]. And while construction executives say construction work is particularly difficult and it is impossible to prevent construction workers from being injured at work, current research provides invaluable information on the application of workplace workplace risk management measures, as well as measures, processes and technologies that can reduce stress. and strain type hazards, installation.

In this context, it can be argued that a comprehensive workplace risk assessment of construction workers has become a necessary guarantee of the success of modern construction organization. Therefore, the main problem in the workplace is to reveal the need for a comprehensive risk assessment of the workplace of construction workers in order to avoid accidents in construction.

The aim of the work is to perform a complex risk assessment of the workplace of construction workers.

The object of the work is the workplace of construction workers.

Work tasks:

1. To examine Lithuanian and foreign scientific works / research related to construction work risk assessment, occupational safety and workers' health.
2. Examine the multi-criteria SAW evaluation method.
3. Conduct a survey of occupational safety experts.
4. Carry out a risk assessment of the workplace of construction workers, determine which of the indicators used have the greatest and least influence on the workplace risk assessment of a construction worker.

In order to determine the significance of risk assessment indicators, 11 occupational health and safety specialists / experts were interviewed. After performing the calculations of the concordance of expert opinions using the methodology of calculation of the concordance coefficient, it was found that the opinions of the specialists / experts participating in the survey are consistent, because  $X^2 > X_{kr}^2$  ( $98,146 > 21,67$ ). Indicator sizes (weights) can be used for quantitative multi-criteria assessment.

The processing of the survey data showed that the risk factor was mostly influenced by the factor of workers falling from a height, it scored 0.106 points, the factor of lifting and carrying loads constantly during a shift was the second most significant - 0.105 points, the factor of falling workers was lower. scored 0.103 out of 1 point. The factor of workers' exposure to chemicals had the least influence, scoring 0.091 out of 1 point.

Workplace risk assessment of interior finishing types of work (ceiling panel installer, wall plasterer, floor paver and painter) by SAW method was performed. It has been determined that the workplace of the floor installer is the least risky and the wall plasterer is the most risky. The work of a floor paver is about 30% (or 1.46 times) less risky than the work of a wall plasterer.



## Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>10</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>11</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>12</b>
<b>1. Mokslinės literatūros analizė.....</b>	<b>14</b>
1.1. Statybos darbuotojų darbo vietos teorinė samprata.....	14
1.2. Rizikos veiksniai, keliantys grėsmę statybos darbuotojams jų darbo vietose .....	18
1.2.1. Vidiniai rizikos veiksniai.....	20
1.2.2. Išoriniai rizikos veiksniai .....	22
1.2.3. Rizikos veiksnių poveikio mažinimo galimybės .....	23
1.3. Kompleksinio rizikos vertinimo esmė.....	25
<b>2. Tyrimų metodologija.....</b>	<b>31</b>
2.1. Daugiakriterio vertinimo metodai .....	31
<b>3. Tyrimas.....</b>	<b>35</b>
3.1. Rodiklių sistemos pasirinkimas .....	35
3.2. Rizikos veiksnių analizė ir matavimas .....	36
3.2.1. Ergonominiai veiksniai.....	36
3.2.2. Fizikiniai veiksniai .....	39
3.2.3. Fiziniai veiksniai .....	42
3.2.4. Cheminiai veiksniai .....	42
3.2.5. Darbuotojų saugos ir sveikatos ekspertų nuomonių suderinimo tikrinimas.....	44
3.3. Apdailos darbuotojų darbo vietos rizikos veiksnių daugiakriteris vertinimas .....	47
<b>Išvados .....</b>	<b>51</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>52</b>
<b>Priedai.....</b>	<b>55</b>

## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b> Statybos darbuotojų darbo vietų klasifikavimas [19, p. 101].....	15
<b>2 lentelė.</b> Statybos darbuotojų darbo fiziologinis aspektas [15, p. 88] .....	16
<b>3 lentelė.</b> Išoriniai rizikos veiksniai, keliantys grėsmę statybos darbuotojams, dirbantiems lauke [3; 9; 26; 29].....	22
<b>4 lentelė.</b> Skirtingi statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimo modeliai [13].....	25
<b>5 lentelė.</b> Pagrindinių daugiakriterio vertinimo metodų santrauka [34] .....	32
<b>6 lentelė.</b> Rizikos vertinimo rodikliai.....	35
<b>7 lentelė.</b> Keliamo krovinio svorio vertinimo kriterijai [11].....	36
<b>8 lentelė.</b> Krovinio atstumas nuo kūno [11] .....	36
<b>9 lentelė.</b> Dažniausiai darbuotojo keliamas krovinio svoris per pamainą.....	37
<b>10 lentelė.</b> Dažniausias krovinio atstumas nuo kūno per pamainą.....	37
<b>11 lentelė.</b> Daugkartinių pasilenkimų skaičiavimas kartais per pamainą .....	37
<b>12 lentelė.</b> Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims kartais per pamainą .....	37
<b>13 lentelė.</b> Šviesos matuoklio pagrindiniai techniniai parametrai [45]:.....	39
<b>14 lentelė.</b> Darbo vietos apšvietimo matavimas.....	39
<b>15 lentelė.</b> Darbo vietoje naudojamų įrankių parametrai [41, 42, 43, 44] .....	40
<b>16 lentelė.</b> Rizikos dydžio vertinimo schema [23].....	42
<b>17 lentelė.</b> Fizikinių veiksnių vertinimas .....	42
<b>18 lentelė.</b> Darbuotojo sąlyčio su cheminėmis medžiagomis vertinimo balai .....	43
<b>19 lentelė.</b> Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis .....	43
<b>20 lentelė.</b> Apdailos darbuotojų darbo vietos rizikos veiksnių matavimo rezultatai. ....	43
<b>21 lentelė.</b> Darbuotojų saugos ir sveikatos specialistų apklausos suvestinė. ....	45
<b>22 lentelė.</b> Galimų sprendimų matrica. ....	47
<b>23 lentelė.</b> Normalizuota galimų sprendinių matrica .....	48
<b>24 lentelė.</b> Sprendimų priėmimo matrica ir pirmenybinė eilutė. ....	49

## Paveikslų sąrašas

<b>1 pav.</b> Statybos darbuotojų darbo skirstymas [22] .....	14
<b>2 pav.</b> Statybos darbuotojų darbo vietos analizavimo gairės [18] .....	17
<b>3 pav.</b> Kenksmingų ir pavojingų darbo aplinkos veiksnių sąrašas [8; 12].....	19
<b>4 pav.</b> Rizikos veiksniai, susiję su statybos darbuotojo psichologine įtampa [18] .....	21
<b>5 pav.</b> Rizikos mažinimo priemonės statybos darbuotojų darbo vietoje [4].....	24
<b>6 pav.</b> Rizikos vertinimo etapai [5] .....	26
<b>7 pav.</b> Rizikos apskaičiavimo komponentai [5] .....	27
<b>8 pav.</b> Penki statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinio rizikos vertinimo žingsniai [10] .....	29
<b>9 pav.</b> Daugiakriterio vertinimo procesas [32].....	31
<b>10 pav.</b> Daugkartinių pasilenkimų skaičius per valandą.....	38
<b>11 pav.</b> Pasikartojančių rankų judesių kiekis per valandą.....	38
<b>12 pav.</b> Šviesos matuoklis „Unitest 93560 Luxmeter” .....	39
<b>13 pav.</b> Darbo vietos apšvietimas .....	40
<b>14 pav.</b> Įrankių triukšmo lygis .....	41
<b>15 pav.</b> Rankas veikianti vibracija .....	41
<b>16 pav.</b> Rodiklių santykinis reikšmingumas .....	46
<b>17 pav.</b> Rodiklių prioritetas pagal DSS specialistus .....	47
<b>18 pav.</b> Vidaus apdailos darbų rizikos vertinimas .....	49

## Įvadas

Statyba yra pramonės šaka, kurioje darbas vyksta nuolat besikeičiančiose darbo aplinkose, o statybos darbuotojų darbo vieta nėra pastovi. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, 2020 m. antrąjį ketvirtį Lietuvoje atlikta statybos darbų už 814,1 mln. EUR. Kita vertus, dirbantys statybose darbuotojai nuolat susiduria su įvairiausiomis rizikomis: kasmet maždaug 250 mln. statybos darbuotojų susižeidžia savo darbo vietose ir daugiau kaip 1,1 mln. iš jų žūsta [6]. Prieš 4 metus atlikto tarptautinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad tik 46 proc. statybos darbuotojų teigia, jog jų darbo vieta yra saugi [9]. Mokslininkų teigimu, statybos pramonė yra viena pavojingiausių ir labiausiai nelaimingų atsitikimų turinčių darbo aplinkų, nes statybos darbuotojai susiduria su pernelyg dideliais pavojais savo darbo vietoje, kur jie gali sunkiai susižeisti ar net mirtį. Naujausioje mokslinėje literatūroje rašoma, kad statybos darbuotojai patiria dvigubai daugiau su darbu susijusių traumų ir ligų nei vidutiniškai visi kitų pramonės šakų darbuotojai [16, 26]. Ir nors statybos įmonių vadovai teigia, jog statybos darbai yra ypač sunkūs ir neįmanoma išvengti statybos darbuotojų sužalojimo darbe, esami moksliniai tyrimai teikia neįkainojamą informaciją apie statybos darbuotojų darbo vietos rizikos valdymo priemonių taikymą, taip pat apie priemonių, procesų ir technologijų, kurios gali sumažinti įtampas ir patempimo tipo pavojus, diegimą.

Šiame kontekste galima teigti, kad statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas tapo būtinu šiuolaikinių statybų organizavimo sėkmės garantu. Todėl pagrindinė problema darbo vietose – siekiant išvengti nelaimingų atsitikimų statybose, atskleisti statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinio rizikos vertinimo būtinumą.

**Pagrindinė problema**, nagrinėjama šiame darbe, yra mažas statybos įmonių dėmesys, kurį jos skiria darbo vietos rizikos vertinimui.

**Darbo tikslas** – atlikti statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinį rizikos vertinimą.

**Darbo objektas** – statybos darbuotojų darbo vieta.

### **Darbo uždaviniai:**

1. Išnagrinėti Lietuvos ir užsienio mokslinius darbus/tyrimus susijusius su statybos darbų rizikos vertinimu, sauga darbe ir darbuotojų sveikata.
2. Išnagrinėti daugiakriterį SAW vertinimo metodą.
3. Atlikti saugos darbe ekspertų apklausą.
4. Atlikti statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimą, nustatyti kokie iš naudotų rodiklių turi didžiausią ir mažiausią įtaką statybos darbuotojo darbo vietos rizikos vertinime.

### **Tyrimų metodai:**

1. Lietuvos, užsienio autorių mokslinių tyrimų ir teisinių dokumentų analizė.
2. Empirinis tyrimas SAW metodu.

**Pranešimai ir moksliniai darbai baigiamojo projekto tematika.** Dalyvauta studentų mokslinėje konferencijoje „Technologijų ir verslo aktualijos – 2020“ (TVA-2020), vykusioje Panevėžyje 2020 m. balandžio 24 d. Skaitytas pranešimas tema „Statybos darbuotojų darbo vietos ergonominis vertinimas“. Pranešimo pagrindu parengtas straipsnis, kuris įtrauktas į studentų mokslinės konferencijos TVA-2020 darbų rinkinį. Straipsnis pridėtas 5-tame priede.

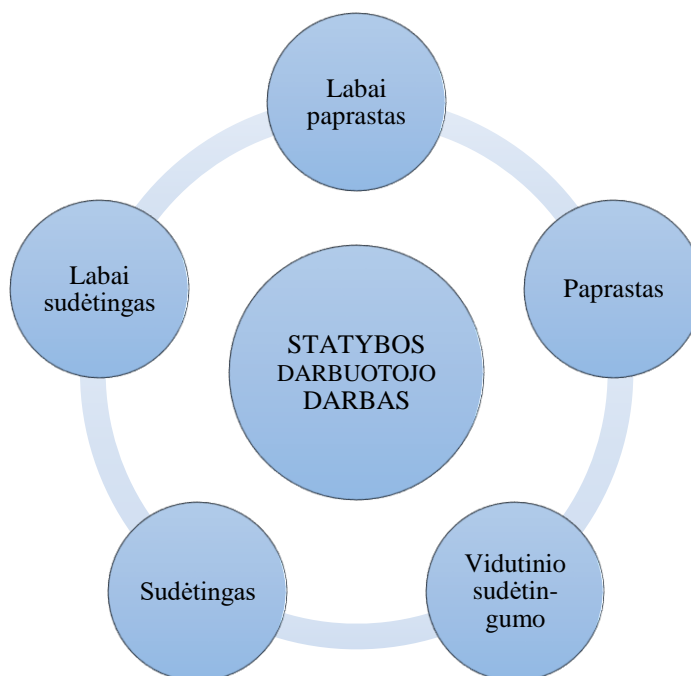
**Baigiamojo projekto sandara ir apimtis.** Baigiamąjį magistro projektą sudaro akademinio sąžiningumo deklaracija, baigiamojo projekto užduotis, santrauka lietuvių ir anglų kalbomis, lentelių ir paveikslukų sąrašai, įvadas, 3 skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir 5 priedai. Baigiamojo darbo apimtis 64 p., kuriuose yra 18 paveikslukų ir 24 lentelės.

## 1. Mokslinės literatūros analizė

### 1.1. Statybos darbuotojų darbo vietos teorinė samprata

Statybos darbuotojų darbo vieta – tai zona, „kurioje išdėstytos reikalingos techninės priemonės ir jomis darbuotojas arba keli darbuotojai atlieka tą patį darbą ar atskirą darbo operaciją“ [15, p. 18]. Panašiai statybos darbuotojų darbo vietą apibūdina P. Vanagas [19], teigdamas, jog darbo vieta yra „vieno arba kelių darbuotojų veiklos zona, aprūpinta būtinomis priemonėmis darbo užduočiai atlikti“ [19]. Galima teigti, kad statybos darbuotojų darbo vieta – tai „laiko ir erdvės ribojama veiksmų visuma, lemianti darbo proceso dalyvių gerovę fiziniu, psichiniu, dvasiniu, intelektiniu, emociniu ir socialiniu požiūriais, taip pat darbuotojo asmenybės tapsmą, jo sveikatą“ [18, p. 25].

Taigi, statybos darbuotojų darbo vietoje vyksta procesas: statybos darbuotojai atlieka savo darbą. Mokslinių šaltinių analizė leidžia teigti, kad statybos darbai paprastai skirstomi pagal savo sudėtingumą (žr. 1 pav.).



1 pav. Statybos darbuotojų darbo skirstymas [22]

Sudėtingumo lygis šiuo atžvilgiu reiškia tai, kiek statybos darbuotojo darbas ar užduotis kelia sunkumų. Statybos darbuotojų darbo vietos teritoriniu požiūriu „nėra pastovios ir kinta įvairiu periodiškumu“ [7, p. 114]. Todėl pastaruoju metu vis dažniau akcentuojama, jog statybos darbuotojų darbo vieta yra daugialypė dėl jos neapibrėžtumo ir sudėtingumo [27]. Statybos darbuotojų darbo vietos daugialypiskumą nulemia tokie jos vertinimo aspektai [18]:

- sanitariniai ir higienos (patalpų temperatūra, oro drėgnumas, triukšmas, vibracija, apšvietimas);
- psichologiniai (darbo sudėtingumas, monotoniškumas, darbo ir poilsio režimas);
- socialiniai (santykiai tarp darbuotojų);
- darbo priemonių ergonomiškumo (technologiniai įrenginiai, darbo įrankiai, valdymo bei transporto priemonės turi atitikti darbuotojo fizines ir psichines galimybes);
- estetiniai (darbo drabužiai, patalpos, kuriose dirbama, ir pan.).

I. J. Kim [16] pastebėjimu, statybos darbams atlikti darbuotojui paprastai reikia priimti nepatogią laikyseną, kelti sunkias medžiagas, rankiniu būdu tvarkyti sunkius ir netaisyklingo dydžio krovinius, dažnai lankstytis, lenkti ir sukti kūną, dirbti aukštyje, dirbti žemiau kelių lygio, likti vienoje padėtyje ilgą laiką, dažnai lipti ir leistis žemyn, nešant ir traukiant įvairaus sunkumo krovinius. Galima teigti, kad plėtojantis statybų procesui, statybos darbuotojai dėl savo plataus spektro veiklos nuolat susiduria su nepalankiais ergonominiais iššūkiais. Kita vertus, gerai organizuota statybos darbuotojo darbo vieta garantuoja „gerą darbingumą, minimalų nuovargį ir monotoniją, kokybiškus darbo rezultatus, pasitenkinimą darbu“ [12, p. 37].

Statybos darbuotojų darbo vietos gali būti klasifikuojamos pagal tam tikrus požymius (žr. 1 lentelę).

**1 lentelė.** Statybos darbuotojų darbo vietų klasifikavimas [19, p. 101]

Nr.	Klasifikavimo požymis					
	Dalinis statybų procesas	Specializacijos lygis	Mechanizacijos lygis	Darbuotojų skaičius	Įrenginių skaičius	Pastovumas
1.	Pagrindinės statybos	Universaliosios	Rankinių darbų	Individualios	Be įrenginių	Stacionarios
2.	Pagalbinės statybos	Specializuotosios	Rankinių-mechanizuotųjų darbų	Grupinės	Su vienu (konkrečiu) įrenginiu	Judamosios
3.	Priežiūros	Specialiosios	Mašinių rankinių darbų		Su keliais įrenginiais	
4.			Mašinių darbų			
5.			Pusiau automatizuotų darbų			
6.			Automatinių darbų			
7.			Aparatinių darbų			

Nors 1 lentelėje pateikti požymiai neapėmia visų statybos darbuotojų darbo vietų klasifikavimo variantų, bet toks klasifikavimas, anot P. Vanago [19], padeda jas tinkamai organizuoti. Be to, organizuojant statybos darbuotojų darbo vietą, anot K. A. Kaminsko ir A. Stankuvienės [15], reikia atsižvelgti į tai, kad [15]:

- darbas atitiktų darbuotojo fizines ir psichines galias, sugebėjimus, kvalifikaciją;
- darbas nebūtų labai monotoniškas;
- būtų tinkamas darbo ritmas, pastovus ir racionalus darbo režimas, suplanuotas poilsis tarp atliekamų darbų;
- būtų geros darbo sąlygos (pvz., pakankamas apšvietimas, ventiliacija, apsauga nuo triukšmo, vibracijų ir t. t.);
- darbas būtų gerai organizuotas.

Kaip matyti, visuomet statybos darbuotojo darbo vieta neatsiejama nuo jo darbo, kuris reikalauja fizinių pastangų. Mokslininkų teigimu, skirstant darbą statybose, būtina atsižvelgti į darbuotojo fizinių pajėgumą. Idealu, jeigu kiekviena statybos darbuotojo darbo vieta būtų individualiai pritaikyta pagal jo fizinių pajėgumą [16]. Statybos darbuotojų darbo metu didelė dalis energijos (apie 70 proc.) virsta

šiluma arba sunaudojama statiniam darbui. Statybos darbuotojų darbo fiziologiniai poreikiai apytiksliai galėtų būti klasifikuojami taip, kaip parodyta 2-oje lentelėje.

**2 lentelė.** Statybos darbuotojų darbo fiziologinis aspektas [15, p. 88]

Nr.	Statybos darbų skirstymas	Energijos sunaudojimas, kcal/min.	Energijos sąnaudos, kcal/8h (darbo metu)	Širdies ritmas, dūžiai/min.	Deguonies sunaudojimas, l/min.
1.	Poilsis (sėdėjimas)	1,5	< 720	60–70	0,3
2.	Labai lengvas	1,6–2,5	720–1 200	65–75	0,3–0,5
3.	Lengvas	2,5–5,0	1 200–2 400	75–100	0,5–1,0
4.	Vidutinio sunkumo	5,0–7,5	2 400–3 600	100–125	1,0–1,5
5.	Sunkus	7,5–10,0	3 600–4 800	125–150	1,5–2,0
6.	Labai sunkus	10,0–12,5	4 800–6 000	150–180	2,0–2,5
7.	Ypač sunkus	> 12,5	> 6 000	> 180	> 2,5

Kaip matyti iš 2 lentelės duomenų, visi statybos darbuotojai savo darbo vietose susiduria su padidėjusiu fiziniu krūviu. Dėl to, mokslininkų teigimu, statybos darbuotojų darbo vieta neatsiejama nuo tokių veiksnių, kaip [1; 4; 29]:

- skausmas ar sužalojimas dėl fizinio pervargimo, pasikartojančių mechaninių užduočių ar darbo nepatogioje padėtyje;
- švino, medžio dulkių, asbesto, dažų, tirpiklių ir kitų toksiškų cheminių medžiagų poveikis;
- darbas esant ekstremalioms temperatūroms ir UV spinduliuotei;
- darbas su rankiniais ir elektriniais įrankiais ir sunkiosios galios įranga;
- rankų ar viso kūno vibracija, atsirandanti dėl elektrinių įrankių ar įrangos;
- uždaros erdvės;
- triukšmas;
- darbas aukštyje;
- darbo su elektra pavojai;
- darbas su kranais, keltuvais ir kita krovimo įranga;
- paslydimai, kritimai;
- medienos dulkių pavojai;
- sprogimo ir gaisro pavojai dėl degių dulkių;
- stresas;
- pamaininis darbas, viršvalandžiai.

Mokslininkų teigimu, daug statybos darbų yra „fiziškai labai įtempti, o su darbu susijusių jungiamojo audinio ir raumenų bei skeleto pažeidimų dažnis tarp statybos darbuotojų yra kur kas aukštesnis negu tarp daugelio kitų profesijų“ [20, p. 16]. Nors statybos darbuotojų darbo vietos, kaip ir jų darbas, skiriasi savo sudėtingumu ir atlikimo sąlygomis, J. Lazauskaitė-Zabielskė, D. Bagdžiūnienė, R. Rekašiūtė Balsienė, I. Urbanavičiūtė ir I. Žukauskaitė [18] pateikia esmines gaires, kurios tinka analizuojant bet kurią statybos darbuotojo darbo vietą (žr. 2 pav.).





**2 pav.** Statybos darbuotojų darbo vietos analizavimo gairės [18]

Kaip matyti iš 2 paveikslėlio, analizuojant statybos darbuotojų darbo vietą pravartu remtis septyniomis gairėmis. Jų vieta analizės kontekste neturi reikšmės, nes, anot mokslininkų, kiekvienas aspektas vienodai reikšmingas. Vertinant aukštį, kuriame turi dirbti statybos darbuotojai savo darbo vietoje, būtina turėti omenyje, kad „optimalus darbo atlikimo aukštis – maždaug alkūnių lygyje, nes tuomet kūno padėtis išlieka natūrali“ [18, p. 26]. Be to, per pastaruosius kelis dešimtmečius pasaulio gyventojų skaičius sparčiai didėjo ir, norint prisitaikyti prie naujų sąlygų, suteikiant gyvenamuosius plotus vis didėjančiam žmonių skaičiui, daugiau dėmesio skiriama aukštesnių pastatų statybai. Tačiau aukštuminių pastatų statyba kelia daug saugos problemų statybos darbuotojams, dirbantiems aukštyje [27].

Statybos darbuotojų kūno padėtis darbo metu yra ypač svarbi dėl kelių priežasčių [1]:

- nepatogi padėtis gali sukelti nugaros skausmus;
- ilgas stovėjimas gali sukelti kojų skausmus;
- nuolat keliant įvairius krovinius, gali nukentėti rankos ir pečiai;
- monotoniški, pasikartojantys judesiai, pvz., armatūros surišimas rankomis, padidina rankų riešų sužalojimo riziką.

Pagrindinės priežastys, dėl kurių statybos darbuotojai buvo sužalojami statybos aikštelėje, yra šios [7]:

- kritimas iš aukščio nuo kopėčių;
- kritimas nuo pastolių;
- kritimas nuo stogo;
- kritimas nuo aukštų konstrukcijų paslydus, pargriuvus ar suklypus.

Statybos darbuotojų sužalojimai veikiančiais mechanizmais buvo ir išlieka viena svarbiausių mirštamumo priežasčių. Pagrindinės mašinos, nuo kurių nukenčia statybos darbuotojai, yra kėlimo ir montavimo kranai, traktoriai, kasimo mašinos [7].

Analizuojant statybos darbuotojų darbo vietą erdvės atžvilgiu, būtina užtikrinti, kad darbo vietos būtų įrengtos taip, jog leistų darbuotojams kokybiškai atlikti užduotį, o visos darbai reikalingos priemonės būtų lengvai pasiekiamos. Darbo metu darbuotojo galva, rankos, liemuo, keliai ir kojos turi turėti galimybę judėti laisvai. Darbuotojas privalo labai gerai matyti viską, kas reikalinga darbai atlikti [18]. Statybos darbuotojas, atlikdamas užduotį, turi turėti judėjimo galimybę, net jeigu jo darbas numatytas tik nedideliame plote. Taigi būtina apgalvoti, kaip turi būti įrengta statybos darbuotojų darbo vieta, kad būtų užtikrintas optimalus darbuotojo organizmo funkcionavimas.

Normų atitikimas – dar vienas svarbus aspektas, analizuojant statybos darbuotojų darbo vietą. Statybos darbuotojų darbo vietos organizavimo ir eksploatavimo normų nesilaikymas gali kelti daug pavojų. Pavojų pavyzdžiai [4]:

- pati statybos darbuotojo darbo vieta, įskaitant jos vietą, išplanavimą, būklę ir prieinamumą;
- kopėčių, neteisingai pastatytos įrangos, neapsaugotų angų, nesaugomų kasinėjimų, tranšėjų, šachtų ir kėlimo šulinių, nestabilių konstrukcijų, mobilių platformų, trapių paviršių, stiklo pluošto stogų, naudojimas;
- krentantys daiktai, pavyzdžiui, įrankiai, šiukšlės ar įranga;
- griovių griūtys;
- pavojingų cheminių medžiagų tvarkymas, naudojimas, laikymas, gabenimas ar utilizavimas;
- asbesto ir asbesto turinčių medžiagų poveikis;
- suvirinimo dūmai, dujos;
- pavojingos rankinės užduotys;
- netinkamas apšvietimas ar temperatūros režimas;
- fizinė darbo aplinka, pavyzdžiui, elektros srovės smūgis, gaisras ar sprogitimas, paslydimai, kritimai, triukšmas, didelis karštis, šaltis, vibracija, spinduliuotė, statinė elektra, užteršta atmosfera, uždara erdvė.

T. Dėjaus [6] teigimu, statybos darbuotojų darbo vieta ir su ja susijusi rizika kiekvienu atveju turi būti vertinama atskirai. Mokslininkai pastebi, jog parengtų sprendimų rizikai mažinti kiekis priklauso nuo įvairių rodiklių [6]:

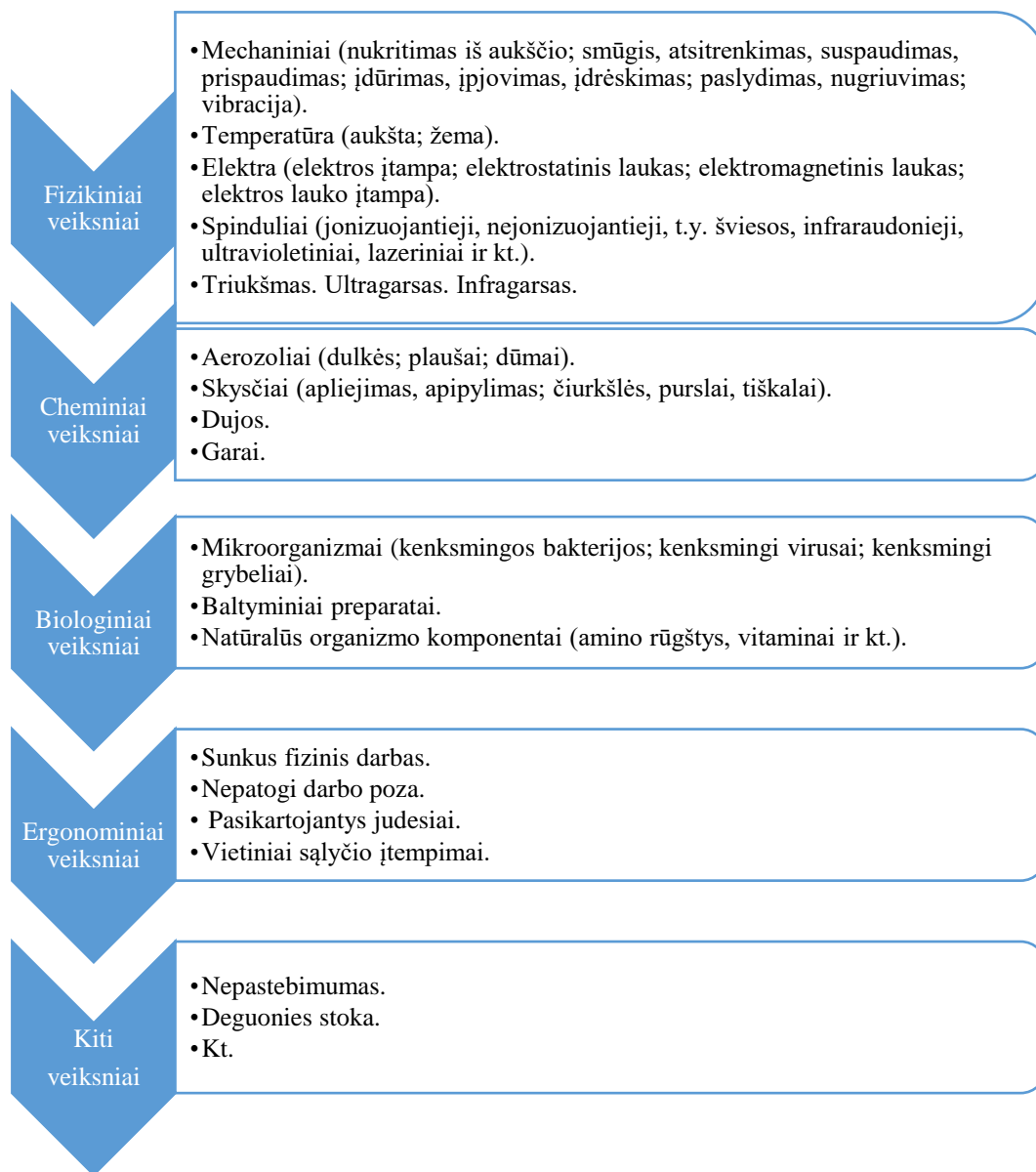
- pavojingų veiksnių, nuo kurių turi būti apsaugoti statybos darbuotojai, skaičiaus;
- pavojingų veiksnių poveikio zonų skaičiaus;
- architektūrinio projektavimo ir pastato struktūrinių sprendimų;
- naudojamų techninių apsaugos priemonių tipų.

Apibendrinant galima teigti, kad statybos darbuotojų darbo vieta pasižymi daugialypiškumu. Statybos darbuotojų darbas skiriasi savo sudėtingumu, tačiau dažniausiai yra susijęs su fiziniu krūviu.

## **1.2. Rizikos veiksniai, keliantys grėsmę statybos darbuotojams jų darbo vietose**

Statybos pramonė, anot M. Shafique ir M. Rafiq [27], yra liūdnei pagarsėjusi dėl daugybės žuvusiųjų statybos darbuotojų visame pasaulyje. Todėl ypač svarbu nustatyti rizikos veiksnius, kurie kelia grėsmę statybos darbuotojams jų darbo vietoje. Rizikos veiksniai, kurie gali sukelti arba turėti įtakos

statybos darbuotojų sveikatai, yra „labai įtemptas fizinis darbas, dažni monotoniški, įtempti, pasikartojantys judesiai, priverstinė, nepatogi darbo poza, kraujinių pernešimas ir kėlimas ir pan.“ [20, p. 16]. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatuose, patvirtintuose Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro 2007 m. lapkričio 26 d. įsakymu Nr. A1-331, pateikiamas kenksmingų ir pavojingų darbo aplinkos veiksnių sąrašas (žr. 3 pav.).



**3 pav.** Kenksmingų ir pavojingų darbo aplinkos veiksnių sąrašas [8; 12]

Kaip matyti iš 3 paveikslėlio, yra labai daug kenksmingų ir pavojingų darbo aplinkos veiksnių.

Rizikos veiksnys – cheminis, fizinis, biologinis, ergonominis, psichosocialinis ar fizinis veiksnys, keliantis ar galintis kelti pavojų darbuotojo saugai ir sveikatai [23]. Statybos darbuotojai, kurie savo darbo vietoje gali būti veikiami anksčiau išvardintų rizikos veiksnių, prieš įsidarbindami statybos įmonėje privalo pasitikrinti sveikatą, o dirbdami – tikrintis periodiškai, pagal įmonėje patvirtintą darbuotojų sveikatos tikrinimo grafiką. Statybos darbuotojai instruktuojami įmonėje nustatyta tvarka

ir remiantis vadovo (atsakingo asmens) patvirtintomis instrukcijomis. Darbuotojų instruktavimas įforminamas instruktavimų registracijos žurnaluose. Sumažinti traumatizmą ir profesines ligas galima ir pakeitus darbinę sistemą, t. y. bet kuriuos darbinius elementus. Tam tikslui turi būti parinktos atitinkamos darbų saugos instrukcijos, mokymo programos, o personalas turi būti apmokytas ir instruktuojamas. Kaip įmonėse laikomasi darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų, kontroliuoja Lietuvos Respublikos Valstybinė darbo inspekcija prie Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos [12]. Visus rizikos veiksnius, keliančius grėsmę statybos darbuotojams jų darbo vietose, sąlyginai galima būtų suskirstyti į vidinius ir išorinius.

### **1.2.1. Vidiniai rizikos veiksniai**

Vidiniai rizikos veiksniai - statybos darbuotojo kompetencijos ar tinkamų įgūdžių stoka; statybos darbuotojo psichologinė įtampa; santykiai su bendradarbiais [14].

Nuolatinis technologijų vystymasis liečia ir statybos darbuotojų darbą, todėl statybos darbuotojai, pradėdantys dirbti savo darbo vietoje, turi pasižymėti atitinkama kompetencija ir turėti pakankamai darbo patirties. Priešingu atveju, gali atsirasti įvairių rizikos veiksnių dėl statybos darbuotojo kompetencijos ar tinkamų įgūdžių stokos [28]. Prie rizikos veiksnių, atsirandančių dėl statybos darbuotojo kompetencijos ar tinkamų įgūdžių stokos, priskirtini:

- darbuotojo susižalojimas dėl netinkamo įrankių/prietaisų/mašinų naudojimo;
- kitų darbuotojų netyčinis sužalojimas dėl netinkamo įrankių/prietaisų/mašinų naudojimo;
- nekokybiškas darbų atlikimas;
- finansiniai nuostoliai dėl netinkamo medžiagų panaudojimo darbo metu [28].

Statybos darbuotojų darbas, anot L. Burke [2], yra labai dinamiškas. Be to, anot mokslininkės, daug darbuotojų dirba mažose įmonėse arba dažnai keičia darbdavius, todėl atsiranda psichologinė įtampa dėl užimtumo garantijų [2]. Galima teigti, kad tokia įtampa kenkia ne tik darbuotojui, bet ir jo atliekamam darbui. Moksliniuose šaltiniuose [2; 14; 30] teigiama, jog darbuotojo psichologinė įtampa gali būti siejama ne tik su potencialiu darbo praradimu, bet ir su kitais aspektais, pavyzdžiui, grėsme prarasti įprastas palankias darbo sąlygas, atlyginimą, karjeros perspektyvas. Toliau pateikiamas dažniausiai pasitaikančių priežasčių, dėl kurių atsiranda psichologinė įtampa darbo vietoje, sąrašas [30]:

- baimė būti atleistas iš darbo;
- per didelis darbo krūvis su nerealiais terminais;
- nepakankamas darbo krūvis, dėl kurio statybos darbuotojai jaučia, kad jų įgūdžiai nėra naudojami tinkamai;
- akivaizdus tarpasmeninio bendravimo nebuvimas ir prasti dalykiniai santykiai, kurie sukelia statybos darbuotojų socialinės izoliacijos jausmą;
- neveiksmingas ir neatsakingas valdymas, kuomet neatsižvelgiama į darbuotojų nusiskundimus arba netenkinami darbuotojų poreikiai;
- prastos darbo sąlygos;
- darbuotojų neinformavimas apie reikšmingus verslo pokyčius.

Rizikos veiksnius, atsirandančius dėl statybos darbuotojo psichologinės įtampos, galima suskirstyti į kelias kategorijas (žr. 4 pav.).



**4 pav.** Rizikos veiksniai, susiję su statybos darbuotojo psichologine įtampa [18]

Kaip matyti iš 4 paveikslo, statybos darbuotojų psichologinė įtampa sukelia nepageidaujamų padarinių ir darbuotojui, ir organizacijai.

Lietuvos Respublikos Valstybinės darbo inspekcijos prie Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos (2020) duomenimis, iš visų pramonės šakų didžiausias neblaivių nukentėjusių darbuotojų skaičius fiksuojamas statybos sektoriuje. Pasibaigę statybos darbuotojų mirtimi nelaimingi atsitikimai darbe neblaiviams darbuotojams 2019 m. įvyko šiose įmonėse:

- UAB „Rasugnė“, žuvo darbų vadovas;
- UAB „Rangos era“, žuvo plataus profilio statybininkas;
- UAB „MT Group“, žuvo šaltkalvis;
- UAB „Autokausta keliai“, žuvo plataus profilio statybininkas;
- UAB „Infes“, žuvo plataus profilio statybininkas.

Pabrėžtina, kad 10 iš 16 sunkiai susižalojusių neblaivių darbuotojų taip pat buvo statybos įmonių darbuotojai; beveik visi jie traumas patyrė nukritę iš aukštai. Tai betonuotojai, mūrininkai, apdailininkai, suvirintojai, ekskavatorių mašinistai, pagalbiniai darbininkai ir kt. Dažniausiai tai nuo 45 metų amžiaus ir vyresni vyrai, kurių kraujyje buvo nustatyta nuo 0,46 iki 5,35 promilės etilo alkoholio. Be to, 6 iš sunkiai ar mirtinai nukentėjusių darbuotojų dirbo su vienokiu ar kitokiu transportu susijusį darbą [21].

Dar vienas vidinis veiksnys, galintis kelti grėsmę statybos darbuotojams jų darbo vietose – tai santykiai su bendradarbiais. Blogi, netinkami santykiai tarp bendradarbių dažnai pasibaigia konfliktu darbo vietoje. N. Jaffar ir kt. [14] konfliktus apibūdina kaip endeminę problemą statybos pramonėje. Mokslininkai išskiria tokias konfliktų darbo vietoje sukeltas rizikas [14]:

- darbo našumo ir produktyvumo sumažėjimas;
- didelė darbuotojų kaita;
- vadovo nurodymų nesilaikymas;
- nesveika konfrontacija sukelia psichologinį ar net fizinį smurtą.

Galima teigti, kad konfliktai sukelia įtampą ir atitraukia statybos darbuotojus nuo užduoties atlikimo. Laiku nesuvaldytas konfliktas gali padidinti statybos projekto išlaidas. Taip pat gali atsirasti statybos projekto nutraukimo rizika.

### 1.2.2. Išoriniai rizikos veiksniai

Išoriniai rizikos veiksniai – keliantys grėsmę statybos darbuotojams, dirbantiems lauke (karštis, šaltis, saulė, oro tarša, triukšmas, vėjas).

Dažnai statybos darbuotojų darbo vieta yra tiesiog lauke. Tokiu atveju, anot M. Rickett [26], nepalankios darbo sąlygos gali kelti riziką statybos darbuotojo sveikatai [26]. X. S. Dong ir kt. [9] teigimu, statybos darbuotojai, dirbdami lauke, susiduria su įvairių rūšių pavojais, kurie priklauso nuo jų darbo pobūdžio, geografinio regiono, sezono ir laiko, kurį darbuotojas dirba lauke, trukmės. Išoriniai rizikos veiksniai, keliantys grėsmę statybos darbuotojams, dirbantiems lauke, pateikti lentelėje (žr. 3 lentelę).

**3 lentelė.** Išoriniai rizikos veiksniai, keliantys grėsmę statybos darbuotojams, dirbantiems lauke [3; 9; 26; 29]

Nr.	Veiksnys	Apibūdinimas
1.	Labai aukšta oro temperatūra	Itin didelis karštis gali sukelti išsekimą, šilumos smūgį, dehidrataciją, inkstų pažeidimą ir net statybos darbuotojo mirtį. Dažnai darbo saugos specialistų prašoma nurodyti, kiek šilumos yra per daug. Atsakymas į šį klausimą nėra pagrįstas vien tik aukšta oro temperatūra, nes rizika, atsirandanti dėl aukštos oro temperatūros, susijusi su kitais faktoriais, tokiais kaip santykinė oro drėgmė, šešėlių statybos darbuotojo darbo vietoje trūkumas, vėsinimo stoka, atliekamo darbo fiziologinis aspektas, netinkama darbo apranga ar darbuotojo asmeninės savybės, pvz., karščio netoleravimas.
2.	Labai žema oro temperatūra	Statybos darbuotojams, kurie dirba lauke šalto sezono metu, gali kilti šalčio šoko pavojus. Kai temperatūra nukrenta neabejotinai žemiau normalios ir kai vėjo greitis didėja, darbuotojas daug greičiau sušąla, o tai gali sukelti rimtų sveikatos problemų. Dėl darbo lauke ekstremaliai žemoje temperatūroje statybos darbuotojui gali pasireikšti hipotermija, galūnių ar viso kūno nušalimas, atsirasti traukuliai.
3.	Saulė	Ultravioletiniai (UV) spinduliai yra saulės spindulių dalis, kuri yra nematoma spinduliuotės forma. UV spinduliai gali pakeisti statybos darbuotojų, dirbančių lauke, odos ląstelių struktūrą. Yra trijų tipų UV spinduliai: ultravioletiniai spinduliai (UVA), ultravioletiniai B (UVB) ir ultravioletiniai C (UVC). UVA yra gausiausias saulės spinduliuotės šaltinis žemės paviršiuje ir prasiskverbia per viršutinį žmogaus odos sluoksnį. Mokslininkai mano, kad UVA spinduliuotė gali pakenkti jungiamajam audiniui ir padidinti riziką susirgti odos vėžiu. UVB spinduliai prasiskverbia ne taip giliai į odą, tačiau vis dar gali sukelti kai kurias odos vėžio formas.
4.	Oro tarša	Dirbdami lauke, statybos darbuotojai dažnai susiduria su užterštu oru, dėl kurio jiems gali pasireikšti kvėpavimo sistemos sutrikimai, odos ar akių ligos. Taip pat gali susilpnėti darbuotojo imuninė sistema.
5.	Triukšmas	Profesinis klausos praradimas yra viena iš labiausiai paplitusių, su darbu lauke susijusių ligų statybos darbuotojų tarpe. Kiekvienais metais apie 22 mln. JAV statybos darbuotojų veikiami pavojingo triukšmo lygio savo darbo vietose.

Nr.	Veiksny	Apibūdinimas
6.	Vėjas	Rimti nelaimingi atsitikimai gali įvykti, jei sluoksniais sudėtos statybinės medžiagos imtų slinkti, pavyzdžiui, dėl stipraus vėjo. Todėl svarbu tokias medžiagas sutvirtinti. Statybų darbuotojams kartais taip pat gali pririekti apsaugos nuo vėjo.

Kaip matyti iš 3 lentelės, statybos darbuotojai, kurių darbo vieta yra lauke, susiduria su įvairiausia rizika.

### 1.2.3. Rizikos veiksnių poveikio mažinimo galimybės

Ieškant rizikos veiksnių mažinimo galimybių, svarbiausia, anot T. Dėjaus [7], išsiaiškinti rizikos kilmę ir imtis veiksmų, siekiant mažinti arba panaikinti ją, diegiant saugumo statybos darbuotojų darbo vietos kultūrą. Jeigu rizikos prigimtį sudaro vidiniai veiksniai, pavyzdžiui, statybos darbuotojų kompetencijos ar tinkamų įgūdžių stoka, reikia skatinti darbuotojus taikyti mokymąsi darbo vietoje. Tai jie gali daryti įvairiais būdais [28]:

- statybos darbuotojai įsipareigoja tobulinti profesinę kvalifikaciją savo darbo vietoje;
- statybos darbuotojai, dirbdami, studijuoja profesiniuose ugdymo įstaigose, keldami savo, kaip statybos darbuotojo, kvalifikaciją;
- statybos darbuotojai dalyvauja vidaus mokymuose. Statybos darbuotojo mokymas ir mokymosi patirtis tiesiogiai susiję su pareigomis ir užduotimis, atliekamomis darbo situacijoje. Būtent šie santykiai motyvuoja darbuotoją mokytis ir geriau dirbti.

Kiekvienas darbuotojas yra svarbus organizacijai. Todėl darbuotojų dalykiniam ugdymui turi būti skiriamas tinkamas darbdavio dėmesys. Tai leis statybos darbuotojui būti atsidasusiam, drausmingam, lojaliam organizacijai bei atsakingam už savo darbą, kas, savo ruožtu, padės organizacijai laiku ir kokybiškai įgyvendinti statybos projektus [30]. M. Orando ir A. Isabirye [22] teigimu, statybos darbuotojai yra atsakingi už savo profesinės kompetencijos ugdymą. Be kita ko, jie turi ne tik prisiimti atsakomybę už savo darbą, bet ir išlaikyti savo įgūdžius ir žinias tokia lygyje, kuris padėtų atlikti darbo užduotis kokybiškai ir greitai. Tai reiškia, kad statybos darbuotojai turėtų turėti teigiamą požiūrį į savo profesinių įgūdžių ugdymą [22].

Siekiant pagerinti psichologinę statybos darbuotojų savijautą ir taip sumažinti dėl to atsirandančias rizikas, įmonių vadovai gali paskatinti darbuotojus naudotis įvairiomis priemonėmis, pvz., „Statybos pramonės pagalbos linijos“ sukurta nemokama to paties pavadinimo programa, kuri leidžia statybos darbuotojams atlikti savęs vertinimą, gauti informacijos ar įrankių ir, jei reikia, pateikia nuorodą į tolesnę paramą (žr. 1 priedą).

Išskiriamos dvi pagrindines nesaugaus statybos darbuotojų elgesio darbe priežastys [6]:

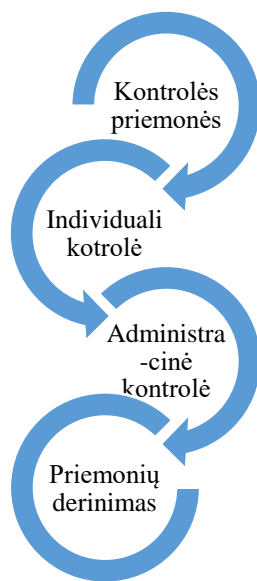
1. informacijos apie saugą trūkumas („Nežinau“);
2. prastas požiūris į saugumą („Man nerūpi“).

Galima daryti prielaidą, jog nelaimingų atsitikimų skaičius statybose galėtų būti sumažintas, jei darbuotojai būtų labiau informuoti, t. y. apmokyti saugiai elgtis savo darbo vietose. Pavyzdžiui, planuojant darbą, kur tik įmanoma, reikia vengti įtempto rankų darbo naudojant įvairius keliamuosius įtaisus. Jeigu to padaryti neįmanoma, tuomet [15]:

- sumažinti keliamo krovinio svorį;
- jei galima, keisti veiklos pobūdį, t. y. krovinį geriau stumti ar traukti negu nešti;
- medžiagas kelti ir krauti ne aukščiau kaip pečių lygis;
- mažinti kėlimų dažnį;
- daryti poilsio pertraukas;
- derinti labai įtemptą ir neįtemptą darbą.

Daugiau nei du trečdaliai nelaimingų atsitikimų statybose fiksuojama dėl prasto darbo organizavimo, priežiūros ir kontrolės stokos, taip pat dėl to, kad statybos darbuotojai nesugeba įvertinti galimos rizikos [6]. Atkreiptinas dėmesys, kad gana daug su darbu susijusių sužalojimų lemia tai, jog darbuotojams trūksta profesinių žinių ir kompetencijos atlikti paskirtą užduotį saugiai. I. J. Kim [16] teigimu, daugiausia rizikų statybos darbuotojų darbo vietoje gali kilti dėl nepakankamo informacijos perdavimo ir netinkamų darbo technologijų. Todėl, anot mokslininko, rizikos veiksnių poveikis gali būti sumažintas, jei tokie veiksniai laiku identifikuojami. Tuo pat metu patys statybos darbuotojai turi gerai žinoti apie vidinius veiksnius, kurie gali sukelti riziką jų darbo metu [16].

Jei rizikos veiksnių poveikio pašalinimas nėra įmanomas, būtina apsvarstyti galimybę naudoti saugos priemones ir didesnę kontrolę arba šių priemonių derinį, kad sumažinti veiksnių keliamą riziką statybos darbuotojų darbo vietoje (žr. 5 pav.).



5 pav. Rizikos mažinimo priemonės statybos darbuotojų darbo vietoje [4]

Darbuotojų saugos ir sveikatos valdymo priemonės. Sumažinti riziką galima vienos iš šių priemonių pagalba [4]:

1. **pakeisti** įprastą darbo metodą, atsisakant pavojų keliančių prietaisų/įrankių/medžiagų naudojimo, pvz., pakeitus dviejų dalių epoksidinę medžiagą į vandens pagrindu pagamintą akrilo hidroizoliacinę sistemą – taip bus sumažintas pavojingų medžiagų poveikis, o pakeitus paprastą plytų pjovimo pjūklą į sumažinto triukšmingumo pjovimo diską, bus sumažintas pavojingo triukšmo poveikis ir pan.;



2. **atskirti** pavojingus darbus arba statybos zonas nuo kitų darbuotojų, pvz., pavojingos statybos darbo zonos izoliavimas nuo darbuotojų, kurie dirba kitose zonose, kad būtų kuo labiau sumažinta darbuotojo ir pavojingos zonos sąlyčio rizika;
3. **taikyti** inžinierius sprendimus, pvz., keliant įrankius iš vieno aukšto į kitą keltuviu, sumažės rizika darbuotojų sveikatai, t. y. bus išvengta jų raumenų ir kaulų sistemos sutrikimų, o apsauginių jungiklių arba liekamosios srovės įtaisų naudojimas padės sumažinti elektros smūgio riziką.

Individualus valdymas – tai asmeninių apsaugos priemonių naudojimas darbo metu. Asmenine apsaugos priemone vadinama bet kuri priemonė, skirta darbuotojui turėti ar dėvėti darbo metu, siekiant apsaugoti jį nuo rizikos veiksnių, galinčių kelti grėsmę darbuotojo saugai ir sveikatai [8].

Administracinis valdymas turėtų būti taikoma tik tada, kai kitos aukštesnio lygio kontrolės priemonės yra neįmanomos. Tai yra darbo metodai ar procedūros, skirtos mažinti galimą riziką, pvz., užtikrinti, kad statybos darbuotojas nepatektų į savo darbo vietą neblaivus; įgyvendinti mokymo programą, pagal kurią statybos darbuotojams būtų parodyta, kaip naudotis nauja įranga; įdiegti darbo rotacijos sistemą; naudoti leidimų sistemą, siekiant užkirsti kelią neįgaliojiems asmenims patekti į tam tikras (pavojingas) zonas.

Daugeliu atvejų rizikai mažinti gali būti naudojamas priemonių derinys. Renkantis ir įgyvendinant rizikos mažinimo priemonių derinį, svarbu apsvarstyti, ar dėl to gali kilti naujų pavojų, ir, jei taip, ar reikėtų peržiūrėti kontrolės priemonių taikymo eiliškumą.

Išnagrinėjus rizikos veiksnių poveikio mažinimo galimybes paaiškėjo, kad statybos darbuotojui laiku pateikus reikalingą informaciją apie darbo vietą ir darbo užduotis, o taip pat vykdant nuolatinį darbuotojų mokymą(si), galima ženkliai sumažinti riziką arba visai jos išvengti.

### 1.3. Kompleksinio rizikos vertinimo esmė

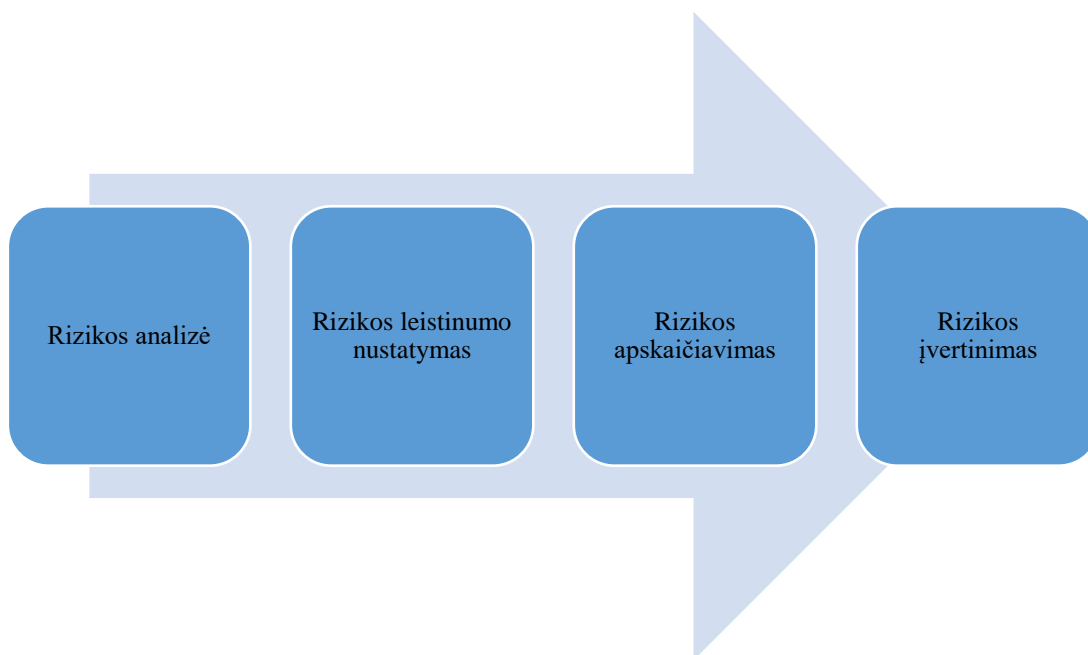
Yra daug rizikos vertinimo metodų bei modelių, kurie yra naudojami skirtingais tikslais. M. Gunduz ir H. Laitinen [13] pateikia apibendrintą įvairių autorių siūlomų rizikos vertinimo modelių sąvadą (žr. 4 lentelę).

**4 lentelė.** Skirtingi statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimo modeliai [13]

Nr.	Autorius, metai	Modelio esmė
1.	Gunduz et al., 2017	Sukūrė neryškų struktūrinių lygčių modelį, skirtą saugos veiksmingumo indeksui statybvietėse parengti.
2.	Choe, Leite, 2017	Palygino įvairių statybos darbų saugos riziką atsižvelgiant į bendrus pavojų tipus ir sužeidimų šaltinius bei pasiūlė saugos rizikos kiekybinio įvertinimo modelius pagal profesijas, kurie gali būti svarbūs atliekant patikimą saugos rizikos vertinimą tam tikros profesijos atžvilgiu.
3.	Malekitabar et al., 2016	Pateikė penkis saugos rizikos veiksnius, kurie gali turėti įtakos nelaimingo atsitikimo tikimybei arba pasekmėms, padeda nustatyti daugiau kaip 40 proc. galimų mirčių statybos projektuose.
4.	Isaac, Edrei, 2016	Pateikė statistinį modelį, galintį palaikyti dinamiškesnę saugos kontrolės formą, naudojant realaus laiko stebėjimo duomenis, kad būtų galima kontroliuoti statybų darbuotojų riziką, kuri kaupiasi ir keičiasi laikui bėgant.
5.	Sousa et al., 2015	Sukūrė darbuotojų saugos ir sveikatos rizikos modelį ( <i>angl.</i> OSH-PRM), kuris leidžia geriau valdyti turimus išteklius, skirtus statybos darbuotojų saugos ir sveikatos sąlygoms gerinti.

Nr.	Autorius, metai	Modelio esmė
6.	Zhang et al., 2014	Pateikė sprendimų priėmimo metodą, taikomą saugos rizikos analizei, sudėtingoje projekto aplinkoje. Neaiškios rizikos įvertinimui buvo pasiūlyta naudotis ekspertų nuomone.
7.	Pinto, 2014	Pristatė naujai sukurtą neryškų kvantinės atsitiktinės prieigos mašinos modelį ( <i>angl.</i> QRAM), kuriuo siekiama remti statybos bendroves ir jų išipareigojimą mažinti statybos darbuotojų saugos riziką.
8.	Hallowell, 2013	Sukūrė sprendimų priėmimo paramos sistemą, taikydama „Delphi“ metodą. Ši duomenimis pagrįsta sistema prognozuoja saugos rizikos plotus atsižvelgiant į laiko ir erdvinės sąveikos tarp lygiagrečių statybos darbuotojų veiklų.
9.	Hallowell, Gambatese, 2010	Įvedė ir patvirtino rizika pagrįstą saugos ir sveikatos analitinį modelį, kuriuo pagalba būtų galima įvertinti tikėtiną riziką, susijusią su konkrečia statybos darbuotojo veikla. Šis modelis strategiškai pasirenka efektyviausius saugos programos elementus, kuriuos reikia įgyvendinti, kai ištekliai yra riboti, ir kiekybiškai įvertina gautą riziką identifikuotam saugos elementui.
10.	Fung et al., 2010	Sukūrė rizikos vertinimo modelį ( <i>ang.</i> RAM), kuris skirtas įvertinti įvairių statybos projektų etapų rizikos lygius įvairiuose statybos darbuotojų darbo vietose.

Statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimas turi būti vykdomas kompleksiskai, derinant tarpusavyje skirtingus vertinimo metodus [13]. Bet, pirmiausiai, reikia išsiaiškinti, kas yra ir kaip įgyvendinamas rizikos vertinimas. Rizikos vertinimas – tai „galimo sužalojimo ar sveikatos pakenkimo laipsnio, esant pavojingai situacijai, visapusiškas įvertinimas, kad būtų galima parinkti atitinkamas saugos priemones“ [5, p. 9]. Kitaip tariant, rizikos vertinimas – tai procesas, kurio metu identifikuojami pavojai ir rizikos veiksniai, galimas jų sukeltos žalos sveikatai sunkumas ir žalos pasireiškimo tikimybė, atsižvelgiant į taikomas apsaugos priemones, nustatomas rizikos dydis bei priimamas sprendimas (įvertinimas) dėl rizikos priimtumo, t. y. nusprendžiama, ar rizika yra priimtina, toleruotina ar nepriimtina [23]. Statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimas turi vykti palaipsniui (žr. 6 pav.).

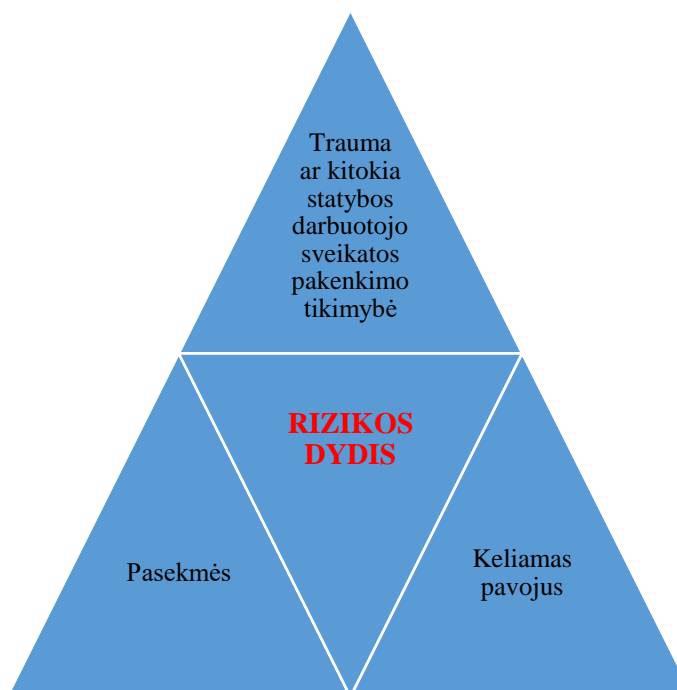


6 pav. Rizikos vertinimo etapai [5]

Rizikos analizė. Analizuojant riziką, būtina turėti omenyje, kad kai kurios rizikos yra akivaizdžios, pvz., judančios mašinų dalys, garai, elektra, darbas aukštyje, darbas su sunkiais krovniais. Mažiau akivaizdžios rizikos yra susijusios su netvarkingomis ir blogai prižiūrimomis statybos darbuotojų darbo vietomis. Kai kurių rizikų atveju (pvz., pastovus triukšmas), kenksmingo poveikio žala pastebima tik po gana ilgo laiko tarpo. Analizės metu taip pat identifikuojami darbuotojai, kuriems keliami rizika jų darbo vietoje [5]. Ypatingas dėmesys skiriamas darbuotojams, kuriems gali grėsti didesnė rizika, pvz., sergantys profesinėmis ligomis arba naujai priimti į darbą darbuotojai [23]. Statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimas pirmiausia turėtų prasidėti nuo ergonominių rizikos veiksnių identifikavimo. Pagal Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinius nurodymus [11], rizikos analizės etape atliekami parengiamieji darbai, kurių metu nustatomi ergonominiai veiksniai, keliantys riziką statybos darbuotojų sveikatai ir saugai bei darbo vietas, kuriose darbuotojai gali būti veikiami ergonominių veiksnių keliamos rizikos (žr. 2 priedą).

Rizikos leistinumo nustatymas. Analizuojant riziką, kylančią atliekant konkretų darbą, kiekvienas atskiras pavojus turi būti išnagrinėtas, atsižvelgiant į jau taikomas saugos priemones. Jeigu nustatyta, kad numatytų priemonių nepakanka arba jos nėra tinkamai taikomos, būtina nustatyti išliekančią riziką ir nuspręsti, ar ji yra leistina [5]. Šiame etape gali paaiškėti, kad rizika yra leistina arba ne. Neleistina rizika – rizika, su kuria negalima taikstyti, nesvarbu, kokia būtų su ja susijusios veiklos nauda, leistina rizika – rizika, kuri laikoma nereikšminga arba tampa nereikšminga taikant prevencijos priemones. Esant neleistinai (nepriimtina) rizikai, nedelsiant imamas priemonių rizikai šalinti ar mažinti arba tokie statybos darbai sustabdomi iki bus įgyvendintos rizikos šalinimo ar mažinimo priemonės. Jei rizikos sumažinti neįmanoma, dirbti toje statybos darbuotojo darbo vietoje draudžiama [23].

Rizikos apskaičiavimas vyksta įvertinus tris komponentus (žr. 7 pav.).



7 pav. Rizikos apskaičiavimo komponentai [5]

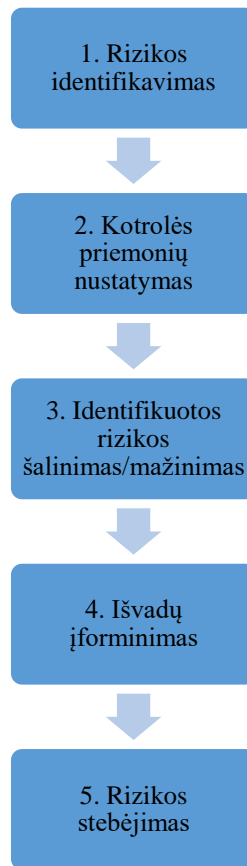
Pastebėtina, jog statybos darbuotojų darbas vyksta etapais, todėl rizikos apskaičiavimas turi būti atliekamas kiekvienam etapui atskirai [13]. Rizikos apskaičiavimas paprastai grindžiamas informacija, kuri ne visada yra tiksli. Dėl savo neapibrėžtumo ir neišsamumo tradiciniai rizikos apskaičiavimo metodai turi tam tikrų apribojimų [24]:

- netikslumai, būdingi į žmones orientuotoms sistemoms;
- sunku generuoti matematinį modelį dėl rizikos neapibrėžtumo. Pvz., sunku apibūdinti statybos darbuotojo elgesį darbo vietoje, dėl kurio gali kilti nelaimingų atsitikimų darbe, susijusių su operacinėmis procedūromis, darbuotojo klaidomis ir projektuotojo bei vadovybės priimtais sprendimais;
- sunku įvertinti rizikos poveikį ir pasekmes, nes juos įtakoja daug veiksnių, turinčių didelį neapibrėžtumą, net kai fiziniai procesai yra aiškiai suprantami;
- didelis prielaidų, sprendimų ir nuomonių skaičius, susijęs su rizika kiekybinio nustatymo proceso metu, todėl jis reikalauja didelių vertintojo gūdžių, įgalinančių jį atitinkamai interpretuoti rezultatus;
- statybos projektai yra unikalūs pagal apibrėžimą. Tai sumažina statistinių suvestinių rodiklių, gautų remiantis tikimybe, aktualumą;
- žmonių galimybės aprėpti ir apdoroti visą informacijos spektrą, reikalingą holistiniams sprendimams priimti, yra ribotos.

Rizikos vertinimo apimtis ir turinys priklauso „nuo atliekamo darbo tipo, įmonės dydžio, organizacinės struktūros bei įmonėje naudojamų techninių priemonių ir medžiagų, taikomų darbo metodų ir procesų, ypač jeigu jie kelia pavojų saugai ir sveikatai“ [5, p. 12]. Statybos darbuotojų darbo vietos rizikos vertinimo etape tiriami jau nustatyti rizikos veiksniai, jų pasireiškimo priežastys, matuojami rizikos veiksnių dydžiai bei numatoma jų veikimo trukmė. Pagrindiniai rizikos veiksniai tiriami statybos darbuotojų darbo vietoje dažniausiai yra ergonominio pobūdžio, pvz., darbo krūvis keliant krovinį rankomis, daugkartiniai pasilenkimai, nuolat pasikartojantys rankų judesiai, statinis darbo krūvis ir darbo poza. Rizikos įvertinimo etape analizuojami rizikos veiksnių vertinimo rezultatai, nustatoma rizika ir priimamas sprendimas dėl rizikos valdymo [17].

Kaip matyti, rizikos vertinimas – tai sudėtingas procesas, kuris turi būti organizuojamas palaipsniui. Įgyvendinant statybos darbuotojų darbo vietos analizę, rizikos vertinimas turi būti įgyvendintas kompleksiskai. Kompleksinis rizikos vertinimas plačiai taikomas statybos pramonėje su tikslu gerinti sudėtingų darbo operacijų saugą [25].

Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas, anot Dilkhaz [10], yra reikšmingas žingsnis apsaugant statybos darbuotojų sveikatą ir gyvenimą. Toks vertinimas padeda sutelkti dėmesį į riziką, atsirandančią darbo vietoje. Daugeliu atvejų paprasti veiksmai gali lengvai suvaldyti kylančią riziką, pvz., išsiliejusios medžiagos nedelsiant išvalomos, kad darbuotojai nepaslystų. Tačiau taip yra ne visada, todėl įgyvendinant statybos projektą ypač svarbu yra nuolat vykdyti statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinį rizikos vertinimą (žr. 8 pav).



**8 pav.** Penki statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinio rizikos vertinimo žingsniai [10]

1 žingsnis – rizikos identifikavimas. Rizikos identifikavimas gali būti organizuotas keliais būdais. D. Purohit ir kt. [25] teigimu, rizikos identifikavimo metu apžiūrima statybos darbuotojų darbo vieta, nustatoma, ar naudojamos asmeninės apsaugos priemonės (šalmas, specialios pirštinės ir pan.). Taip pat vertinama, kaip pritvirtintos kitos apsaugos priemonės (apsaugos tinklas), ar darbo vieta švari ir tinkamai apšviesta [25]. Šiame žingsnyje taip pat vertinami vidiniai darbuotojų rizikos veiksniai, t. y. darbuotojo fizinis ir psichologinis pasirengimas darbui. Identifikuojant riziką būtina atsižvelgti ir į ilgalaikį pavojų darbuotojų sveikatai, pvz., per didelį triukšmą ar žalingų medžiagų išsiskleidimą į aplinką.

2 žingsnis – kontrolės priemonių nustatymas. Kiekviena rizika, kuri gali padaryti žalą, turėtų būti apsvarstyta. Galima sudaryti pažeidžiamų profesijų, kurioms atsiranda rizika darbo metu, sąrašą. Po to apsvarstyti, kokių priemonių reikia imtis, kad panaikinti arba sumažinti riziką kiekvienu konkrečiu atveju.

3 žingsnis – identifikuotos rizikos šalinimas/mažinimas. Nustačius riziką priimamas sprendimas, ką reikėtų daryti dėl jos pašalinimo. Jeigu neįmanoma visiškai pašalinti riziką, būtina imtis veiksmų jai sumažinti. Šiame žingsnyje galima pertvarkyti statybos darbuotojų darbo vietą taip, kad identifikuotos rizikos poveikis sumažėtų arba visai išniktų. Pastebėtina, jog mažinant rizikas bei užtikrinant statybos darbuotojų saugumą darbo vietoje, ne visada reikia didelių investicijų, pvz., galima laikyti veidrodį ant pavojingo aklojo kampo, kad būtų išvengta avarių statybos vietoje.

4 žingsnis – išvadų apiforminimas. Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinio rizikos vertinimo rezultatai yra keičiami priklausomai nuo darbuotojų elgesio bei jų darbo pobūdžio pokyčių.

Užfiksuotais rizikos vertinimo rezultatus galima pasidalinti su statybos darbuotojais. Taip darbuotojai bus skatinami labiau domėtis rizikos veiksniais, atsirandančiais jų darbo vietose.

5 žingsnis – rizikos stebėjimas. Atsiradus naujiems darbo įrankiams, prietaisams ar darbuotojams pradėjus dirbti kitoje aplinkoje, pvz., ant pastolių, rizikos veiksniai turi būti įvertinti iš naujo. Jeigu statybos darbuotojo darbo vieta nesikeičia, rizikos įvertinimą reikia atlikti tam tikru periodiškumu.

Apibendrinant galima teigti, kad rizikos vertinimas – tai procesas, kurio metu nustatomi rizikos veiksniai. Kompleksinis statybos darbuotojų darbo vietų rizikos vertinimas leidžia laiku identifikuoti ir panaikinti arba ženkliai sumažinti riziką.

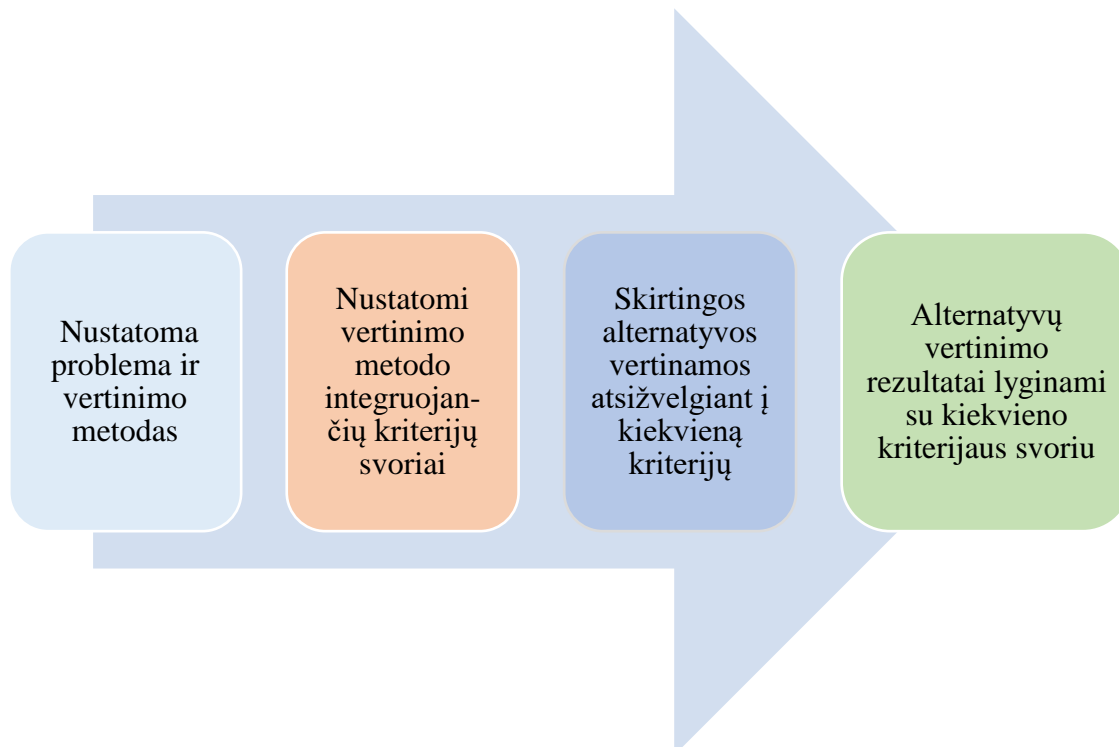
## 2. Tyrimų metodologija

### 2.1. Daugiakriterio vertinimo metodai

Daugiakriteris vertinimas nustato galimybių pasirinkimą atsižvelgiant į aiškų tikslų rinkinį, kurį nustatė sprendimus priimanti organizacija. Atkreiptinas dėmesys, kad iškeltiems tikslams pasiekti turi būti numatyti išmatuojami kriterijai tam, kad galima būtų įvertinti, ar iškelti tikslai buvo pasiekti. Paprastomis aplinkybėmis tikslų ir kriterijų nustatymo procesas gali suteikti pakankamai informacijos sprendimus priimančioms asmenims. Tačiau tais atvejais, kai turi būti pasiektas išsamus detalumo lygis, daugiakriteris vertinimas siūlo keletą būdų, kaip kaupti duomenis apie atskirus kriterijus, kad būtų galima pateikti viso pasirinkimo galimybių rodyklis. Michael Spackman et al. [31] pastebi, kad taikant daugiakriterio vertinimo metodus, sprendimų priėmimas vyksta renkant tarp skirtingų alternatyvų. Šiuo metu yra daug daugiakriterio vertinimo metodų ir jų skaičius vis dar auga. Taip yra dėl kelių priežasčių [31]:

- Egzistuoja daug skirtingų sprendimų rūšių, kurie atitinka plataus masto daugiakriterio vertinimo aplinkybes.
- Laikas, per kurį galima atlikti daugiakriterį vertinimą, gali skirtis.
- Vertinimui priinamų duomenų kiekis ar pobūdis gali skirtis.
- Skiriasi sprendimą priimančių vertintojų analitiniai gebėjimai.
- Skiriasi organizacijų administracinė kultūra ir keliama reikalavimai daugiakriterio vertinimo procesui.

Paprastai daugiakriterio vertinimo procesą, sudaro keturi etapai (žr. 9 pav.).



9 pav. Daugiakriterio vertinimo procesas [32]

Daugiakriterio vertinimo metodai gali būti suskirstyti pagal dvi kategorijas [38].:

1. Daugiatikslį sprendimų priėmimą (MADM). Istorinės MADM ištakos gali būti siejamos su Nicolas Bernoulli (1687–1759) ir Pierre'o Rémondo de Montmorto (1678–1719) susirašinėjimu, aptariant Sankt Peterburgo paradokso. Paradokso išvada – žmonės priima sprendimus remdamiesi ne tikėtina verte, o naudingumo verte. Naudingumo vertė reiškia, kad žmonės, susidurdami su problemomis, pasirenka didžiausią naudingumo vertę turinčią alternatyvą. 1947 m. Von Neumannas ir Morgensternas išleido savo garsiąją knygą „Žaidimų teorija ir ekonominis elgesys“, kur pristatyta matematinė ekonominės ir socialinės organizacijos teorija, paremta žaidimų teorija. Neabejotina, kad puikus von Neumanno ir Morgensterno darbas iš tiesų atveria duris į MADM. Apskritai tariant, MADM problemų sprendimo metodus galima būtų suskirstyti į:
  - kelių atributų naudingumo teoriją (MAUT);
  - aukštesnio reitingo metodus (pvz. ELECTRE).
2. Begalinei sprendinių aibei priklausančių alternatyvų nagrinėjimą (MODM). Šios kategorijos daugiakriterio vertinimo metodai naudojami siekiant keliais objektyviais sprendimų priėmimo tikslais gauti efektyviausią problemos sprendimo variantą. MODM charakteristikos yra (prieštaringų) tikslų rinkinys ir tiksliai apibrėžtų apribojimų rinkinys. Todėl šios kategorijos daugiakriterio vertinimo metodai yra natūraliai susiję su matematinio programavimo metodika, leidžiančia spręsti optimizavimo problemas. Tačiau mokslininkai pripažįsta, jog egzistuoja du sunkumai, susiję su:
  - kompromisu paieška
  - masto problemomis, kurie apsunkina MODM taikymą.

Populiariausi daugiakriterio vertinimo metodai pateikti 5-toje lentelėje.

**5 lentelė.** Pagrindinių daugiakriterio vertinimo metodų santrauka [34]

Tipas	Metodas	Apibūdinimas
MADM	Analinės hierarchijos procesas (AHP)	Struktūrinis metodas, skirtas sprendimų priėmimui analizuoti pagal porinę palyginimo skalę.
	Analinis tinklo procesas (ANP)	Metodas leidžia nustatyti kriterijų tarpusavio priklausomybę be hierarchinio modelio.
	Integruotas tvarumo vertinimo vertės modelis (MIVES)	Vieninga metodika, apimanti kelių kriterijų sprendimų analizės ir vertės inžinerijos sąvokas, kad būtų galima sintezuoti reikšmių indekso kriterijų tipus. Jis naudoja bendrąją reikšmės funkciją, kuri standartizuoja kiekvieną indikatorius. AHP naudojamas hierarchinės sprendimų priėmimo struktūros svoriams nustatyti.
	PROMETHEE	Tarp kiekybinių daugiakriterijų metodų išsiskiria metodai, pagrįsti gilesne vidine logika, naudojantis vadinamosiomis prioritetiškumo funkcijomis. Pasirenkant šias funkcijas ir jų parametrus aktyviai dalyvauja priimančias sprendimą asmuo.
	Paprastas svorių sudėjimo metodas (SAW)	Nustato vidutinį kiekvienos alternatyvos svorį, pridėdamas kiekvieno atributo indėlį, padaugintą iš jo svorio.
	Pilkoji reliacinė analizė (GRA)	Metodas pagrįstas pilkųjų sistemų teorija, taikant neaiškiai ir neišsamią informaciją. GRA nustato alternatyvų, pagal kurias galima gauti prioritetus, koreliacijos indeksą.
	Kelių atributų / reikšmių naudingumo teorija (RINKLIAVA / MAVT)	MAUT yra metodika, naudojama priimančias sprendimus, lyginant atributų serijos naudingumo vertes su neapibrėžtumu. MAVT yra metodas, kuris konvertuoja atributus, sudarančius MCDM problemą, į vieną vertę per reikšmės funkcijas.



Tipas	Metodas	Apibūdinimas
	Emergy	Čia analizuojamas indėlis į gamtą ir žmogaus ekonomiką naudojant perskaičiavimo koeficientą, kuris atspindi saulės energiją, reikalingą gaminio ar paslaugos vienetai pagaminti.
	Gyvavimo ciklo vertinimas (LCA)	Metodas, įvertinantis poveikį aplinkai ir visuomenei, atsižvelgiant į infrastruktūrą ir jos projektavimo, statybos, naudojimo, priežiūros ir galutinio išdėstymo procesus.
MODM	Kompleksinis proporcingas vertinimas (COPRAS)	Nuoseklus ( <i>angl.</i> Step-by-step) metodas, kuriuo siekiama nustatyti prioritetų rinkinį pagal jų reikšmingumą ir naudingumo laipsnį.
	Rangavimo pagal panašumą į idealųjį sprendinį technika (TOPSIS)	Technika, pagrįsta koncepcija, kad geriausia alternatyva sprendimų priėmimo keliems kriterijams problemoms yra artimiausia teigiamam idealiam sprendimui ir toliausiai nuo neigiamo idealo sprendimo. Tai yra kompensacinio agregavimo metodas, lyginantis alternatyvų rinkinį pagal jų kriterijų ir standartizuoto balo svorį.
	VICOR	Metodas yra paremtas tiesiniu normalizavimu ir atstumų nuo hipotetinės geriausios alternatyvos matavimu – metrikos taikymu.
	Tikslo programavimas (GP)	Linijinių programavimo metodų išplėtimas, siekiantys optimizuotų kintamųjų, kurie geriausiai atitinka kelis tikslus pagal tam tikras pasiekiamas vertes. Tikslai formuluojami kaip apribojimai, o tikslinėmis funkcijomis siekiama sumažinti kiekvieno tikslo absoliučių nuokrypių visumą.

Kaip matyti iš 5 lentelės, per pastarąjį dešimtmetį buvo skiriama daug dėmesio daugiakriterio vertinimo metodams, skirtiems nustatyti kompleksinių išteklių valdymo alternatyvas. Didėjant sprendimų priėmimo užduotims, mokslininkai pastebėjo sistemingus racionalios teorijos ir realaus elgesio neatitikimus. Kitaip tariant, atsižvelgdami į pasirinkimą tarp valdymo alternatyvų, žmonės nuosekliai nepasirinks „geriausios“ alternatyvos, remdamiesi vertinimo kriterijais. Statybos išteklių valdymo ekspertams kyla didelių sunkumų intuityviai derinant turimą informaciją tinkamais būdais. Dėl intuityvaus sprendimų priėmimo proceso apribojimų gali būti naudojami analitiniai metodai, padedantys nustatyti vertę daugybei priskiriamų alternatyvų [33].

Paprastas svorių sudėjimo metodas (SAW) yra svertinės sumos metodas. Pagrindinė SAW metodo koncepcija yra svertinių sumų, gautų iš kiekvienos alternatyvos efektyvumo įvertinimo, paieška. Taikant SAW metodą, sprendimo matricos elementai normalizuojami pagal tiesinio normalizavimo formules. Atliekant daugiakriterį vertinimą SAW metodu, būtina atlikti šiuos veiksmus [34]:

1. Nustatyti alternatyvas.
2. Apibrėžti kriterijus, kurie bus naudojami kaip nuoroda priimant sprendimus.
3. Pateikti alternatyvų atitikties įvertinimo reitingą pagal kiekvieną kriterijų.
4. Nustatyti kiekvieno kriterijaus svorį ar svarbą.
5. Pagal kiekvieną kriterijų sukurti kiekvienos alternatyvos atitikties įvertinimo lentelę.
6. Sukurti sprendimo matricą, suformuotą iš kiekvienos alternatyvos pagal kiekvieną kriterijų atitikties įvertinimo lentelės.

Pradinio prioriteto vertės galutinis rezultatas gaunamas iš normalizuoto matricos elemento matricos elementų suma su atitinkamu matricos stulpelio prioritetiniu svoriu [35].

Galimų sprendinių matrica atrodo taip:

$$P = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1j} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2j} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & \cdots & X_{ij} & \cdots & X_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mj} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

čia  $x_{ij}$  – galimų sprendinių matricos nariai;  $i$  –  $i$ -asis galimas sprendinys;  $m$  – galimų sprendinių kiekis;  $j$  –  $j$ -asis rodiklis;  $n$  – rodiklių kiekis.

$P$  matricos kiekvieno  $j$ -ojo stulpelio normalizacija aplyiekama pagal didžiausią arba mažiausią atitinkamo stulpelio narį. Pagal didžiausią narį normalizuojama, kai  $j$ -ojo rodiklio didesnė vertė yra geresnė, o pagal mažiausią, kai  $j$ -ojo rodiklio mažesnė vertė yra geresnė.

$P$  matricos kiekvieno  $j$ -ojo stulpelio visų narių normalizuotos vertės, kai normalizuojama pagal didžiausią narį, apskaičiuojamos taip [36, 37]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}, \quad (2)$$

o kai normalizuojama pagal mažiausią narį – taip:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}, \quad (3)$$

čia  $x_j^{\max}$  – didžiausia  $j$ -ojo rodiklio vertė;  $x_j^{\min}$  – mažiausia  $j$ -ojo rodiklio vertė.

Rodiklių integruotojo reikšmingumo vertės ( $q_1^*$ ,  $q_2^*$ , ...,  $q_n^*$ ) turi tenkinanti šią sąlygą [37]:

$$\sum_{j=1}^n q_j^* = 1; \quad (4)$$

čia  $q_j^*$  – integruotasis  $j$ -ojo rodiklio reikšmingumas.

Kiekvieno galimo sprendinio suminis, pasirinkimą lemiantis, rodiklis apskaičiuojamas taip [37]

$$A_{i \text{ sum}} = \sum_{j=1}^n A_{ij} = \sum_{j=1}^n (q_j^* \bar{x}_{ij}) \quad (5)$$

čia  $A_{ij}$  –  $i$ -ojo alternatyvaus sprendinio pasirinkimą lemiantis  $j$ -asis rodiklis.

Toliau tyrimo dalyje statybos darbuotojų kompleksinis rizikos vertinimas bus atliekamas paprastuoju svorių sudėjimo (SAW) metodu.

### 3. Tyrimas

Šio darbo tyrimo dalyje tiriamos vidaus apdailos darbus vykdančių darbuotojų darbo vietos. Pasirinkta atlikti vertinimą keturiose darbo vietose, vertinimas atliktas viename individualaus gyvenamo namo statybos objekte. Įprastinės vidaus apdailos darbo sąlygos: dirbama patalpose, pastoviai kilnojami įvairūs svoriai (tinkas, dažai, lakštai ir kt.), dalis darbų atliekama nepatogioje padėtyje (įsitempus, susilenkus ir kt.), naudojami įrankiai, cheminės medžiagos. Kiekviename darbo etape darbuotojams kyla rizikos pavojus. Labai svarbu pavojų identifikuoti ir išsiaiškinti didžiausią grėsmę darbuotojams keliančias rizikas. Tuo tikslu tolimesniuose projekto etapuose bus atliekamas darbo vietos rizikos veiksnių stebėjimas ir daugiakriteris vertinimas.

Darbe nagrinėjami keturi vidaus apdailos darbai:

- lubų plokščių montuotojo;
- sienų tinkuotojo;
- grindų klojėjo;
- dažytojo.

#### 3.1. Rodiklių sistemos pasirinkimas

Pasirinkau dešimt darbo vietos rizikos veiksnių, veikiančių statybos darbuotojus atliekančius vidaus apdailos darbus ir sudarau veiksnių ir rodiklių sistemą, kuri nurodyta 6-oje lentelėje.

6 lentelė. Rizikos vertinimo rodikliai

Veiksnių Nr.	Rizikos veiksnys	Geriausias rodiklis yra	Matavimo vienetas
	<b>Ergonominiai veiksniai</b>		
1.	Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą.	Mažiausias	balai
2.	Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno.	Mažiausias	balai
3.	Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį.	Mažiausias	kartai per pamainą
4.	Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims.	Mažiausias	kartai per pamainą
	<b>Fizikiniai veiksniai</b>		
5.	Triukšmas darbo vietoje.	Mažiausias	dB
6.	Rankas veikianti vibracija.	Mažiausias	m/s <sup>2</sup>
7.	Darbo vietos apšvietimas.	Didžiausias	lm
	<b>Fiziniai</b>		
8.	Darbuotojų kritimas iš aukščio.	Mažiausias	balai
9.	Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų.	Mažiausias	balai
	<b>Cheminiai</b>		
10.	Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis.	Mažiausias	minutės

## 3.2. Rizikos veiksnių analizė ir matavimas

### 3.2.1. Ergonominiai veiksniai

**Ergonominis veiksnys** – veiksnys, kurio pagrindą sudaro fizinio darbo krūvis ir įtampa bei darbo vietos pritaikymas darbuotojo galimybėms [23].

Darbo vietos stebėsenos metu vertinami šie ergonominiai veiksniai:

- krovinio kėlimo ir pernešimo pastoviai per pamainą;
- daugkartiniai pasilenkimai per liemenį;
- laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno,
- pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims.

Krovinių kėlimas ir pernešimas vertinamas pagal svorį, horizontalų atstumą tarp keliamo krovinio ir žmogaus ir krovinio kėlimo aukštį. 7 ir 8 lentelėse pateikti vertinimai, kai krovinys keliamas patogiai, stovint ant tvirto, neslidaus pagrindo ir krovinį paimant dviem rankomis. Jei krovinys keliamas virš pečių juostos arba keliamas kelis kartus per minutę, toks darbas vertinamas kaip labai pavojingas [11]

**7 lentelė.** Keliamo krovinio svorio vertinimo kriterijai [11]

Balai	Keliamo krovinio svoris, kg
1	<10
2	10 - 15
3	15 - 25
4	25 - 30
5	>30

**8 lentelė.** Krovinio atstumas nuo kūno [11]

Balai	Krovinio atstumas nuo kūno (horizontali kryptis), cm
1	<20
2	20 - 30
3	30 - 50
4	50 - 70
5	>70

Balų vertinimo sistema:

Atliekamas veiksmas nepavojingas - 1

Atliekamas veiksmas mažai pavojingas - 2

Atliekamas veiksmas pavojingas vidutiniškai - 3

Atliekamas veiksmas pavojingas - 4

Atliekamas veiksmas labai pavojingas - 5.

Atlikus krovinių kėlimo ir pernešimo pastoviai per pamainą stebėseną gauti rezultatai pateikti 9 lentelėje.

**9 lentelė.** Dažniausiai darbuotojo keliamas krovinio svoris per pamainą

	Krovinio svoris, kg.					Vertinimo balas
	<10	10-15	15-25	25-30	>30	
Lubų plokščių montuotojas			+			5 (kroviny s keliamas virš pečių juostos)
Sienų tinkuotojas				+		4
Grindų klojėjas			+			3
Dažytojas		+				2

Krovinio atstumo nuo kūno stebėsenos rezultatai pateikti 10 lentelėje.

**10 lentelė.** Dažniausias krovinio atstumas nuo kūno per pamainą

	Krovinio atstumas nuo kūno (horizontali kryptis), cm.					Vertinimo balas
	<20	20-30	30-50	50-70	>70	
Lubų plokščių montuotojas			+			3
Sienų tinkuotojas				+		4
Grindų klojėjas	+					1
Dažytojas		+				2

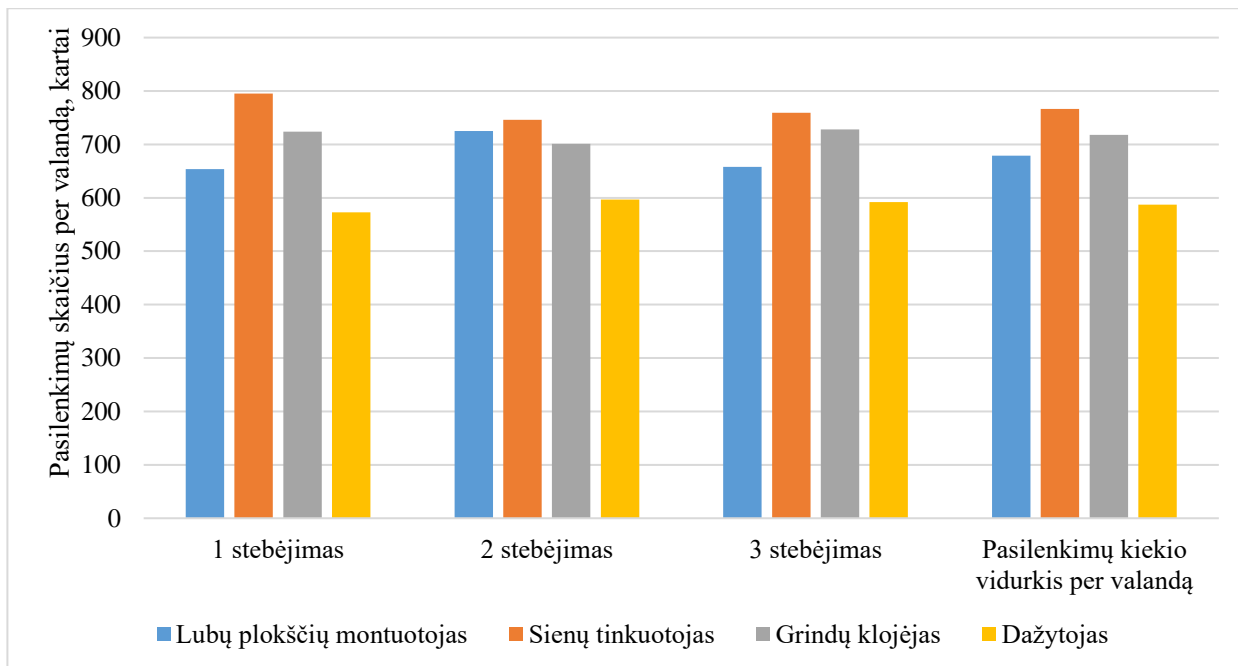
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį ir pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims buvo skaičiuojami po vieną valandą tris kartus per pamainą. Skaičiavimo rezultatai pateikti 11 ir 12 lentelėse.

**11 lentelė.** Daugkartinių pasilenkimų skaičiavimas kartais per pamainą

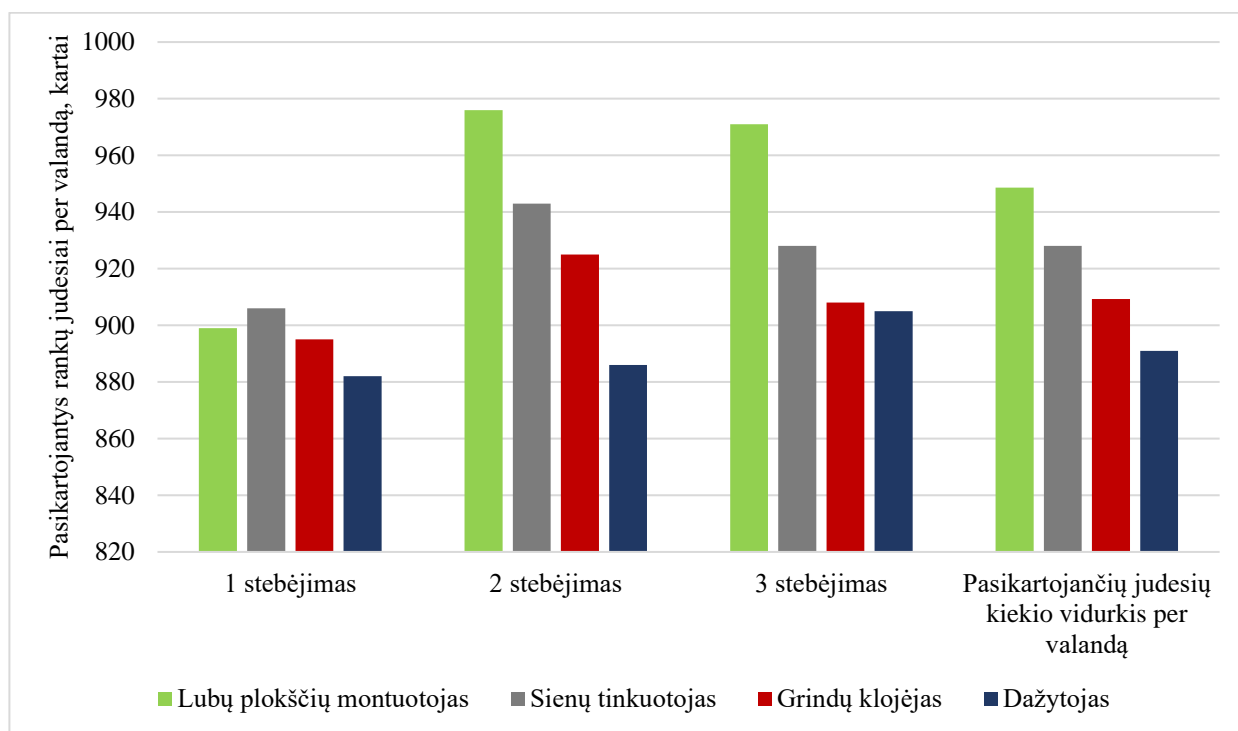
Stebėjimas	1 stebėjimas	2 stebėjimas	3 stebėjimas	Pasilenkimų kiekio vidurkis per valandą	Pasilenkimų skaičius per pamainą (8 val.)
Lubų plokščių montuotojas	654	725	658	679,0	5 432
Sienų tinkuotojas	795	746	759	766,7	6 135
Grindų klojėjas	724	701	728	717,7	5 743
Dažytojas	573	597	592	587,3	4 698

**12 lentelė.** Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims kartais per pamainą

Stebėjimas	1 stebėjimas	2 stebėjimas	3 stebėjimas	Pasikartojančių judesių kiekio vidurkis per valandą	Pasilenkimų skaičius per pamainą (8 val.)
Lubų plokščių montuotojas	899	976	971	948,6	7 589
Sienų tinkuotojas	906	943	928	928,0	7 424
Grindų klojėjas	895	925	908	909,3	7 276
Dažytojas	882	886	905	891,0	7 128



**10 pav.** Daugkartinių pasilenkimų skaičius per valandą



**11 pav.** Pasikartojančių rankų judesių kiekis per valandą

Po atlikto darbo vietos stebėjimo išsiaiškinta, kad daugiausia daugkartinių pasilenkimų vidutiniškai per darbo valandą padaro sienų tinkuotojas (766,7) (žr. 10 pav.), o daugiausiai pasikartojančių rankų judesių – lubų plokščių montuotojas (948,6) (žr. 11 pav.). Tolimesniuose skaičiavimuose naudoju daugkartinių pasilenkimų ir pasikartojančių judesių, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims skaičių per pamainą.

### 3.2.2. Fizikiniai veiksniai

**Fizikinis veiksnys** – veiksnys, kurio pagrindą sudaro fizikinių substancijų kitimai aplinkoje [23].

Tyrimo atlikimui pasirinkti trys fizikiniai veiksniai: triukšmas darbo vietoje, rankas veikianti vibracija ir darbo vietos apšvietimas. Darbo vietos apšvietimas matuojamas šviesos matuokliu (žr. 12 pav.), kurio pagrindiniai techniniai parametrai pateikti 13-oje lentelėje.



12 pav. Šviesos matuoklis „Unitest 93560 Luxmeter”

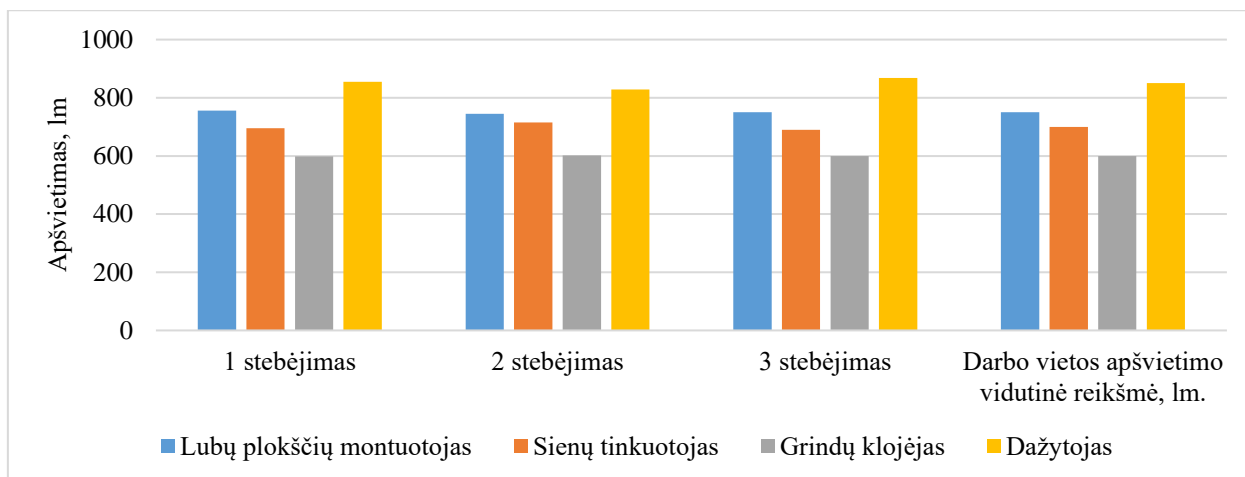
13 lentelė. Šviesos matuoklio pagrindiniai techniniai parametrai [45]:

Parametras	
Matavimo diapazonas	0-50 lx; 0-500lx; 0-50klx; 0-200klx
Skiriamoji geba	0,01 lx; 0,1 lx; 1 lx; 10 lx, 100lx
Matavimo greitis	5 matavimai per sekundę
Darbinė aplinkos temperatūra	23°C ± 5 °C

Apšvietimo matavimas atliktas kiekvienoje darbo vietoje matavimą atliekant tris kartus per pamainą. Gauti rezultatai pateikti 14 lentelėje.

14 lentelė. Darbo vietos apšvietimo matavimas

Stebėjimas	1 stebėjimas	2 stebėjimas	3 stebėjimas	Darbo vietos apšvietimo vidutinė reikšmė, lm.
Lubų plokščių montuotojas	756	745	750	750
Sienų tinkuotojas	695	715	690	700
Grindų klojėjas	598	602	600	600
Dažytojas	855	828	868	850



**13 pav.** Darbo vietos apšvietimas



Atlikus darbo vietos apšvietimo matavimą, matome (žr. 13 pav.), kad labiausiai apšviesta yra dažytojo darbo vieta, kurios vidutinis apšviestumas yra 850 lm., o silpniausiai apšviesta grindų klojėjo darbo vieta, kurios vidutinis apšviestumas yra 600 lm.

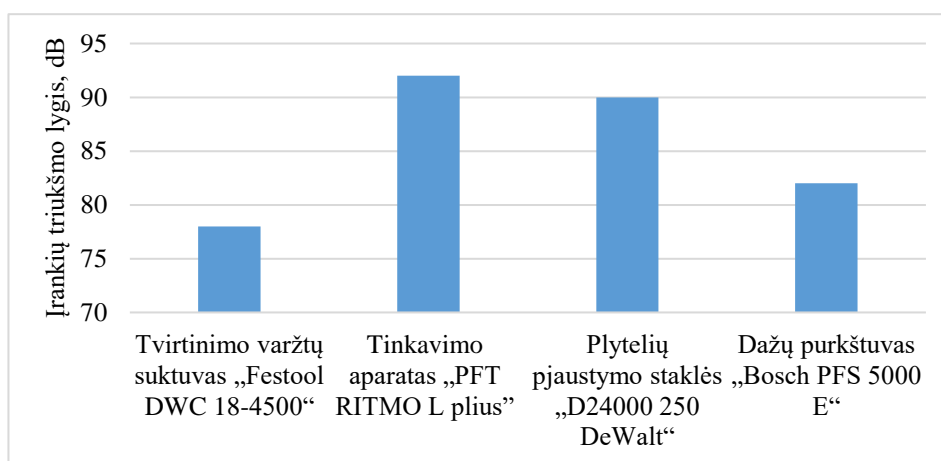
Triukšmui darbo vietoje ir rankas veikiančiai vibracijai nustatyti imami darbo prietaisų parametrai, kurie aprašyti 15 lentelėje ir palyginti 14 ir 15 paveikslėliuose. Darbuotojų naudojamus įrankius ir jų parametrus vertinu dirbant darbo pamainą, kurios trukmė 8 val. Rizikų vertinimui pasirenkamas įrankis su kuriuo darbuotojas dirba ilgiausią laiką pamainoje.

**15 lentelė.** Darbo vietoje naudojamų įrankių parametrai [41, 42, 43, 44]

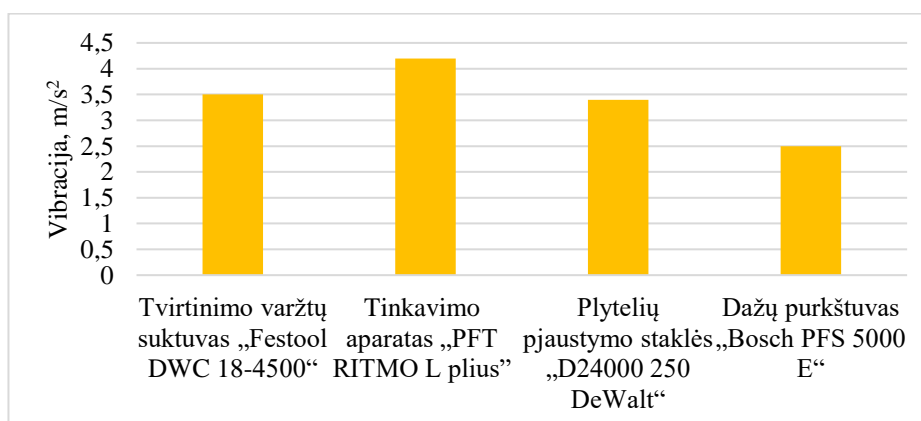
Darbuotojas	Įrankis	Įrankio nuotrauka	Darbo trukmė per pamainą (val.)	Triukšmo lygis (dB)	Rankas veikianti vibracija ( $m/s^2$ )
Lubų plokščių montuotojas	Tvirtinimo varžtų suktuvas „Festool DWC 18-4500“		5	78	3,5
Sienų tinkuotojas	Tinkavimo aparatas „PFT RITMO L plus“		4	92	4,2



Grindų klojėjas	Plytelių pjaušimo staklės „D24000 250 DeWalt“		3	90	3,4
Dažytojas	Dažų purkštuvas „Bosch PFS 5000 E“		6	82	2,5



14 pav. Įrankių triukšmo lygis



15 pav. Rankas veikianti vibracija

Iš įrankių palyginimo matome, kad didžiausią triukšmą skleidžia tinkuotojo naudojamas tinkavimo aparatas (92 dB), mažiausiai triukšmingas yra plokščių montuotojo naudojamas varžtų tvirtinimo įrankis (78 dB) (žr. 14 pav.). Didžiausias vibracijas, kurios veikia darbuotojų rankas sukelia tinkavimo aparatas ( $4,2 \text{ m/s}^2$ ), o mažiausias – dažų purkštuvas ( $2,5 \text{ m/s}^2$ ) (žr. 15 pav.).

### 3.2.3. Fiziniai veiksniai

Profesinės rizikos bendrieji metodiniai nurodymai nurodo, kad fizinis veiksnys – veiksnys, kuris kelia pavojų dėl netinkamo darbo vietos įrengimo, darbo priemonių, jų judančių dalių, kėlimo įrangos, keliamo krovinio, transporto priemonių, krentančių daiktų fizinio poveikio, taip pat dėl galimo sprogo, gaisro, statinių stabilumo ir tvirtumo neužtikrinimo [23]. Atsižvelgiant į profesinės rizikos nuostatuose pateiktą rizikos dydžio vertinimo schemą, darbuotojų kritimui iš aukščio ir daiktų kritimo ant apačioje dirbančių darbuotojų darbo vietos vertinimui priskiriami balai, kurie nurodyti 16 lentelėje. Balų dydis priskirtas pagal žalą sveikatai ir tikimybę, kad nelaimingas įvykis įvyks.

16 lentelė. Rizikos dydžio vertinimo schema [23]

Žalos tikimybės kategorija	Žalos kategorija		
	maža žala	vidutinė žala	didelė žala
Labai mažai tikėtina	1	1	4
Mažai tikėtina	1	3	5
Tikėtina	2	4	5
Labai tikėtina	2	5	5

Balų vertinimo sistema:

Labai mažai tikėtinas nelaimingas įvykis- 1

Mažai tikėtinas nelaimingas įvykis - 2

Vidutiniškai tikėtinas nelaimingas įvykis - 3

Tikėtinas nelaimingas įvykis - 4

Labai tikėtinas nelaimingas įvykis – 5

Pagal rizikos dydžio vertinimo schemą, fizikiniams veiksniams priskiriami vertinimo balai, kurie pateikti 17 lentelėje.

17 lentelė. Fizikinių veiksnių vertinimas

	Darbuotojų kritimas iš aukščio, balai.	Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų, balai.
Lubų plokščių montuotojas	5	5
Sienų tinkuotojas	2	2
Grindų klojėjas	1	1
Dažytojas	3	2

### 3.2.4. Cheminiai veiksniai

**Cheminis veiksnys** – cheminis elementas ar junginys, grynas ar mišinyje, egzistuojantis natūraliai arba gaminamas, naudojamas arba išskiriamas į aplinką, įskaitant atliekas, bet kokio darbo proceso metu, pagamintas tikslingai ar ne, teikiamas rinkai ar ne [23].

Darbuotojų saugai ir sveikatai gresianti rizika, susijusi su pavojingais cheminiais veiksniais, turi būti šalinama arba mažinama iki minimumo įgyvendinant šias priemones [38]:

- projektuojant darbo vietas ir organizuojant darbą;
- aprūpinant darbuotojus tinkama darbo su cheminiais veiksniais įranga ir nustatant šios įrangos techninio aptarnavimo ir remonto tvarką, kuri garantuoja darbuotojų saugą ir sveikatą;
- iki minimumo mažinant skaičių darbuotojų, kurie yra ar gali būti veikiami;
- iki minimumo mažinant poveikio trukmę ir intensyvumą;
- tinkamai naudojant higienos priemones;
- mažinant cheminių veiksnių, esančių darbovietėje, kiekius iki minimalių, reikalingų konkrečiam darbui atlikti;
- taikant tinkamus darbo procesus, tarp jų saugų pavojingų cheminių veiksnių bei atliekų, kuriose jų yra, tvarkymą, saugojimą ir gabenimą darbovietėje.

Cheminio poveikio rizikai nustatyti darbe naudosis darbuotojo ir cheminės medžiagos sąlyčio vertinimą balais, kai vertinama kokias pasekmes darbuotojo sveikatai gali turėti sąlytis su cheminėmis medžiagomis. Vertinimo duomenys pateikti 18 lentelėje. 19 lentelėje pateikti darbuotojų darbo vietos stebėsenos metu priskirti vertinimo balai.

**18 lentelė.** Darbuotojo sąlyčio su cheminėmis medžiagomis vertinimo balai

Žalos kategorija	Maža	Vidutinė	Didelė
Pasekmės darbuotojo sveikatai	1	2	3

**19 lentelė.** Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis

	Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, balai.
Lubų plokščių montuotojas	1
Sienų tinkuotojas	3
Grindų klojėjas	1
Dažytojas	3

Atlikus darbuotojų darbo proceso stebėseną, rodiklių matavimus ir gautus rezultatus surašiau į 20 lentelę.

**20 lentelė.** Apdailos darbuotojų darbo vietos rizikos veiksnių matavimo rezultatai.

Rizikos veiksnys	Lubų plokščių montuotojas	Sienų tinkuotojas	Grindų klojėjas	Dažytojas
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą, balai.	5	4	3	2
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno, balai.	3	4	1	2
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį, kartai per pamainą.	5 432	6 135	5 743	4 698
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims, kartai per pamainą.	7 589	7 424	7 276	7 128
Triukšmas darbo vietoje, dB.	78	92	90	82
Rankas veikianti vibracija, m/s <sup>2</sup> .	3,5	4,2	3,4	2,5

Darbo vietos apšvietimas, lm.	750	700	600	850
Darbuotojų kritimas iš aukščio, balai.	5	2	1	3
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų, balai.	5	2	1	2
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, balai.	1	3	1	3

Tolimesnei statybos darbuotojus veikiančių rizikos veiksnių analizei buvo atlikta specialistų apklausa (apklausos forma pateikta 3 priede). Naudojant apklausos duomenis buvo nustatyti rodiklių reikšmingumai, kurie naudojami tolimesniuose skaičiavimuose. Apklausoje dalyvavo 11 respondentų. Visi apklausoje dalyvavę respondentai turi darbuotojų saugos ir sveikatos specialistų (DSS) kvalifikacijos pažymėjimus. Specialistų buvo paprašyta įvertinti kiekvieną rizikos veiksnį pagal svarbą skalėje nuo 1 iki 10, kai 1 – nesvarbu, 10 – labai svarbu. Visi specialistų apklausos vertinimai suvesti į 21 lentelę.

### 3.2.5. Darbuotojų saugos ir sveikatos ekspertų nuomonių suderinimo tikrinimas

Taikant daugiakriterius metodus, visada kyla problema – nustatyti ekspertų vertinimo suderinamą ir stabilumą. Rodiklių dydžius nustato apklausoje dalyvaujantys specialistai. Jų numatytus rodyklių dydžius galime ir toliau naudoti daugiakriteriam vertinimui, bet turime patikrinti ar specialistų nuomonės suderintos ir neprieštarauja viena kitai.

Suderinamumo lygį nustato konkordacijos koeficientas  $W$ . Tam reikia išrūšiuoti pagal svarbą rodiklius kiekvieno specialisto atžvilgiu. Konkordacijos koeficientas skaičiuojamas pagal formulę, kuri apibūdina individualių nuomonių sutapimo laipsnį [39]:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^3-n)}; \quad (6)$$

$$W = \frac{12 \cdot 9896,4}{11^2 \cdot (10^3 - 10)} = 0,991$$

čia  $S$  – efektyvumo rodiklio nuokrypio kvadratų suma;  $r$  – specialistų skaičius;  $n$  – vertinamų rodiklių skaičius.

Kiekvieno efektyvumo rodiklio nuokrypio kvadratų sumos nustatymas:

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{k=1}^r t_{ik} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ik} \right)^2 \quad (7)$$

$$S = 9896,4$$

čia  $t_{ik}$  –  $k$  eksperto atliktas  $i$  rodiklio įvertinimas.

Statistinį specialistų suderinamumo lygį nusako  $X^2$  kriterijus, kuris skaičiuojamas pagal formulę:

$$X^2 = \frac{12S}{r \cdot n \cdot (n+1)} \quad (8)$$

$$X^2 = \frac{12 \cdot 9896,4}{11 \cdot 10 \cdot (10+1)} = 98,146$$

Jei apskaičiuota  $X^2$  reikšmė didesnė už  $X_{kr}^2$  ( $X_{kr}^2$  skirstinio lentelės, 4 priedas, su  $\nu = n - 1$  laisvės laipsniu ir pasirinktu reikšmingumo lygmeniu  $\alpha=0,01$ ) tai reiškia, kad specialistų nuomonės suderintos ir rodiklių dydžius (svorius) galima taikyti kiekybiniam daugiakriteriui vertinimui [40].

$$X^2 > X_{kr}^2$$

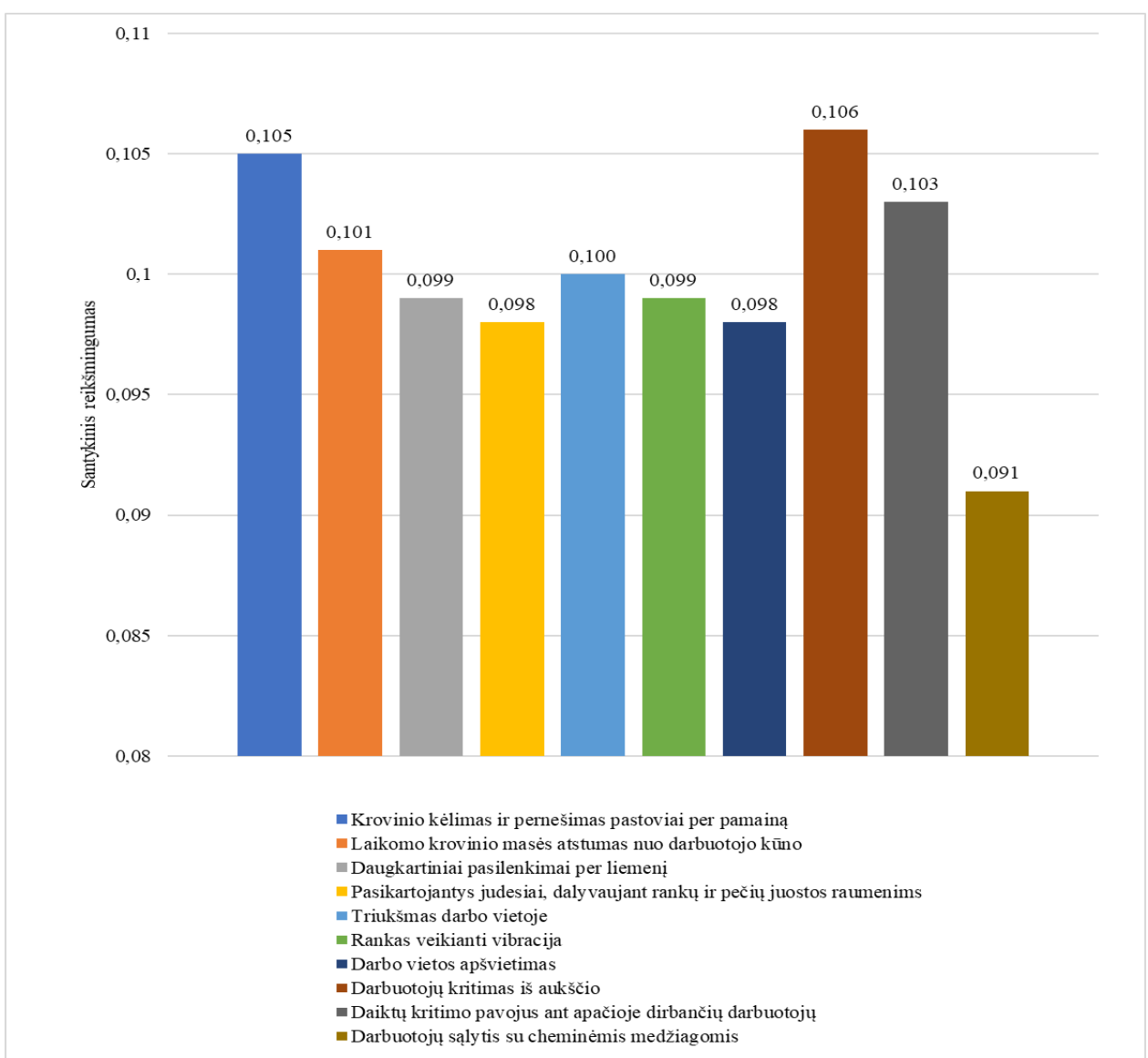
$$98,146 > 21,67$$

Atlikus skaičiavimus pagal 6-8 formules, daroma išvada, kad ekspertų nuomonė suderintos

**21 lentelė.** Darbuotojų saugos ir sveikatos specialistų apklausos suvestinė.

Efektyvumo rodiklis	Specialistas											Rodiklių suma	Rodiklių vidutinė reikšmė	Santykinis reikšmingumas	Prioritetas
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11				
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	109	9,909	0,105	2
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno	10	9	10	10	10	10	7	10	10	9	10	105	9,545	0,101	4
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį	9	10	10	9	8	10	8	10	10	9	10	103	9,364	0,099	6
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims	7	10	9	10	8	10	8	10	10	10	10	102	9,273	0,098	8
Triukšmas darbo vietoje	8	8	10	10	10	10	8	10	10	10	10	104	9,455	0,1	5
Rankas veikianti vibracija	8	9	10	10	10	10	8	10	10	9	9	103	9,364	0,099	6
Darbo vietos apšvietimas	8	10	10	9	8	10	8	10	10	10	9	102	9,273	0,098	8

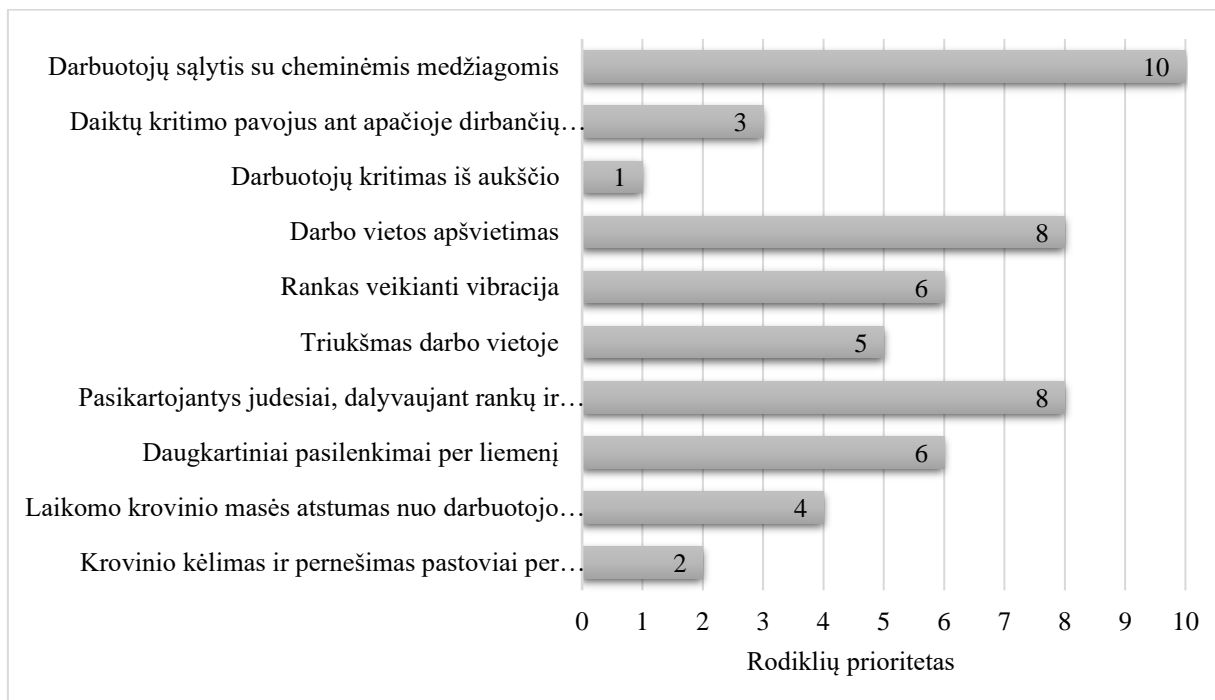
Darbuotojų kritimas iš aukščio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110	10	0,106	1
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų	9	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	107	9,727	0,103	3
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis	6	7	9	9	10	10	6	9	10	10	9	95	8,636	0,091	10



**16 pav.** Rodiklių santykinis reikšmingumas

Atlikus darbuotojų sveikatos ir saugos specialistų apklausą ir suskaičiavus santykinis rodiklių reikšmingumus, gauta, kad pats reikšmingiausias rodiklis yra darbuotojų kritimas iš aukščio, kuris surinko 0,106 balo, antras pagal reikšmingumą – krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per

pamainą, surinkęs 0,105 balo, o mažiausiai reikšmingas rodiklis darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, jo surinkti balai 0,091. 17 paveiksle pavaizduota visų rodiklių prioritetai pagal darbuotojų saugos ir sveikatos specialistų nuomonę.



17 pav. Rodiklių prioritetas pagal DSS specialistus

### 3.3. Apdailos darbuotojų darbo vietos rizikos veiksnių daugiakriteris vertinimas

Vertinant vidaus apdailos darbuotojų darbo vietą, naudosime 20 lentelėje pateikus vertinimo balus ir reikšmes. Naudodamiesi SAW metodo algoritmu, sudarome galimų sprendinių matricą (žr. 22 lentelę).

22 lentelė. Galimų sprendimų matrica.

Darbuotojas Rizikos veiksnys	Lubų plokščių montuotojas	Sienu tinkuotojas	Grindų klojėjas	Dažytojas	Geriausias rodiklis yra	Rodiklio geriausia reikšmė
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą, balai.	5,0	4,0	3,0	2,0	mažiausias	2,0
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno, balai.	3,0	4,0	1,0	2,0	mažiausias	1,0
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį, kartai per pamainą.	5 432,0	6 135,0	5 743,0	4698,0	mažiausias	4 698,0
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims, kartai per pamainą.	7 589,0	7 424,0	7 276,0	7 128,0	mažiausias	7 128,0
Triukšmas darbo vietoje, dB.	78,0	92,0	90,0	82,0	mažiausias	78,0

Rankas veikianti vibracija, m/s <sup>2</sup> .	3,5	4,2	3,4	2,5	mažiausias	2,5
Darbo vietos apšvietimas, lm.	750,0	700,0	600,0	850,0	didžiausias	850,0
Darbuotojų kritimas iš aukščio, balai.	5,0	2,0	1,0	3,0	mažiausias	1,0
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų, balai.	5,0	2,0	1,0	3,0	mažiausias	1,0
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, balai.	1,0	3,0	1,0	3,0	mažiausias	1,0

Normalizuota galimų sprendinių matrica pateikta 23 lentelėje. O 24 lentelėje pateikta sprendimų priėmimo matrica ir pirmenybinė eilutė.

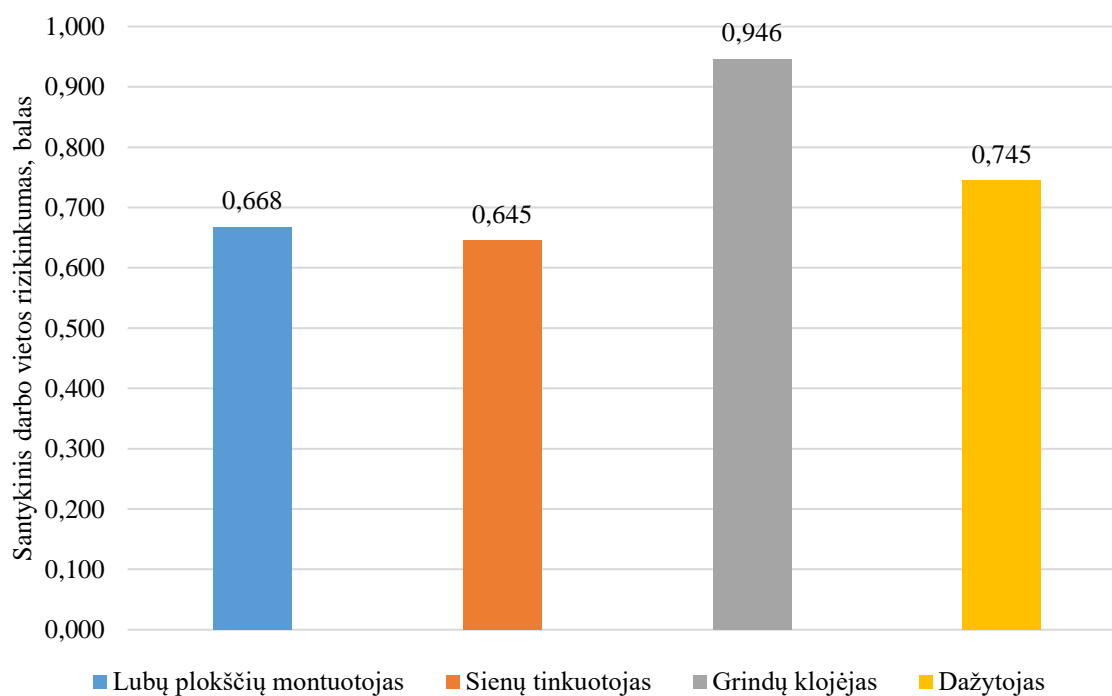
**23 lentelė.** Normalizuota galimų sprendinių matrica

<b>Darbuotojas Rizikos veiksnys</b>	<b>Lubų plokščių montuotojas</b>	<b>Sienų tinkuotojas</b>	<b>Grindų klojėjas</b>	<b>Dažytojas</b>	<b>Rodiklių reikšmingumai, qj</b>
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą, balai.	0,400	0,500	0,667	1,000	0,105
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno, balai.	0,333	0,250	1,000	0,500	0,101
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį, kartai per pamainą.	0,865	0,766	0,818	1,000	0,099
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims, kartai per pamainą.	0,939	0,960	0,980	1,000	0,098
Triukšmas darbo vietoje, dB.	1,000	0,848	0,867	0,951	0,100
Rankas veikianti vibracija, m/s <sup>2</sup> .	0,714	0,595	0,735	1,000	0,099
Darbo vietos apšvietimas, lm.	1,133	1,214	1,417	1,000	0,098
Darbuotojų kritimas iš aukščio, balai.	0,200	0,500	1,000	0,333	0,106
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų, balai.	0,200	0,500	1,000	0,333	0,103
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, balai.	1,000	0,333	1,000	0,333	0,091



**24 lentelė.** Sprendimų priėmimo matrica ir pirmenybinė eilutė.

<b>Darbuotojas</b> <b>Rizikos veiksnys</b>	<b>Lubų plokščių montuotojas</b>	<b>Sienu tinkuotojas</b>	<b>Grindų klojėjas</b>	<b>Dažytojas</b>
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą, balai.	0,042	0,053	0,070	0,105
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno, balai.	0,034	0,025	0,101	0,051
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį, kartai per pamainą.	0,086	0,076	0,081	0,099
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims, kartai per pamainą.	0,092	0,094	0,096	0,098
Triukšmas darbo vietoje, dB.	0,100	0,085	0,087	0,095
Rankas veikianti vibracija, m/s <sup>2</sup> .	0,071	0,059	0,073	0,099
Darbo vietos apšvietimas, lm.	0,111	0,119	0,139	0,098
Darbuotojų kritimas iš aukščio, balai.	0,021	0,053	0,106	0,035
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų, balai.	0,021	0,052	0,103	0,034
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, balai.	0,091	0,030	0,091	0,030
<b>Rodiklių verčių suma</b>	<b>0,668</b>	<b>0,645</b>	<b>0,946</b>	<b>0,745</b>
<b>Prioritetų eilutė</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>



**18 pav.** Vidaus apdailos darbų rizikos vertinimas

Iš 24 lentelės ir 18 paveikslo matyti, kad mažiausiai rizikinga vidaus apdailos darbuotojo darbo vieta, nustatyta taikant SAW metodą, yra grindų klojėjo. Ši darbo vieta surinko 0,946 balo iš 1. Pati rizikingiausia darbo vieta yra sienų tinkuotojo, kuri surinko 0,645 balo ir yra 1,46 karto rizikingesnė už grindų klojėjo darbo vietą. Reikia pabrėžti, kad kuo didesnis surinktas balas tuo darbo vieta yra mažiau pavojinga.

Pats reikšmingiausias rodiklis yra darbuotojų kritimas iš aukščio, kuris surinko 0,106 balo, antras pagal reikšmingumą – krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą, surinkęs 0,105 balo, o mažiausiai reikšmingas rodiklis darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis, jo surinkti balai 0,091.

## Išvados

1. Siekiant nustatyti rizikos vertinimo rodiklių reikšmingumus apklausta 11-a darbuotojų sveikatos ir saugos specialistų/ekspertų. Atlikus ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimus taikant konkordacijos koeficiento skaičiavimo metodiką, nustatyta, kad apklausoje dalyvavusių specialistų/ekspertų nuomonės yra suderintos, nes  $X^2 > X_{kr}^2$  ( $98,146 > 21,67$ ). Rodiklių dydžius (svorius) galima taikyti kiekybiniam daugiakriteriui vertinimui.
2. Atlikus apklausos duomenų apdorojimą gauta, kad didžiausią įtaką rizikos vertinime turėjo darbuotojų kritimo iš aukščio veiksnys, jis surinko 0,106 balo, krovinio kėlimo ir pernešimo pastoviai per pamainą veiksnys buvo antras pagal reikšmingumą – 0,105 balo, daiktų kritimo pavojaus ant apačioje dirbančių darbuotojų veiksnys užėmė trečią vietą surinkęs 0,103 iš 1 balo. Mažiausią įtaką turėjo darbuotojų sąlyčio su cheminėmis medžiagomis veiksnys, surinkęs 0,091 iš 1 balo.
3. Atliktas vidaus apdailos darbo rūšių (lubų plokščių montuotojo, sienų tinkuotojo, grindų klojėjo ir dažytojo) darbo vietos rizikos vertinimas SAW metodu. Nustatyta, kad mažiausiai rizikinga yra grindų klojėjo, o rizikingiausia – sienų tinkuotojo darbo vieta. Grindų klojėjo darbas yra apie 30% (arba 1,46 karto) mažiau rizikingas už sienų tinkuotojo darbą.

## Literatūros sąrašas

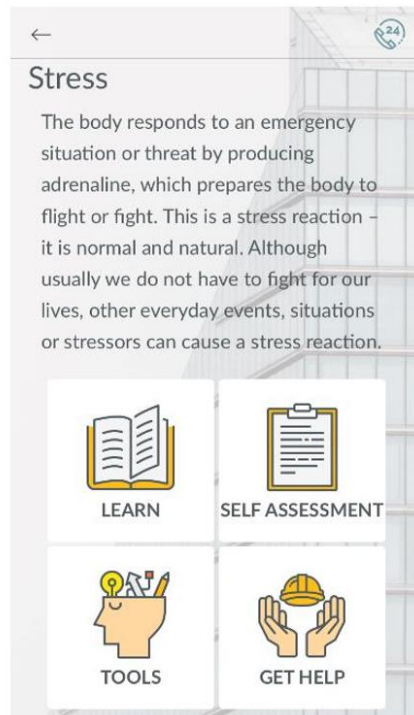
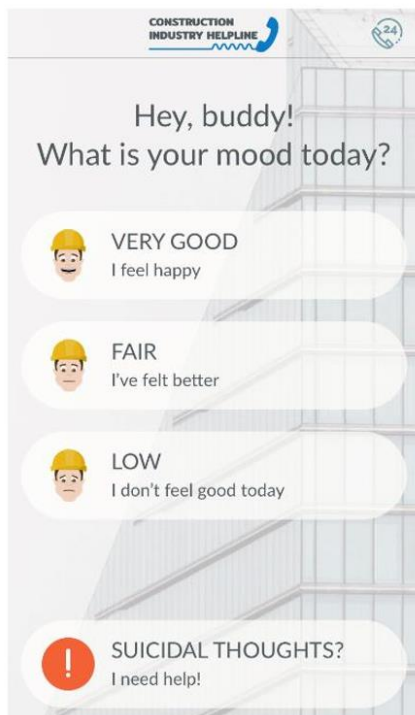
1. ALBERTS, James and Cheril ESTILL. Ergonomics for Construction Workers. *National Institute for Occupational Safety and Health* [interaktyvus]. Cincinnati, 2007 [žiūrėta 2020-09-17]. Prieiga per: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-122/pdfs/2007-122.pdf>
2. BURKE, Laura. Workplace Mental Health in the Construction Industry [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-09-17]. Prieiga per: <http://constructorscompany.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Mental-Health-In-Construction-May-2019.pdf>
3. CHIRICO, Francesco and Giuseppe TAINO. Climate change and occupational health of outdoor workers: An urgent call to action for European policymakers. *Environmental Disease* [interaktyvus]. 2019, 3(4), 76-79 [žiūrėtas 2020-09-17]. Prieiga per: <https://DOI:10.4103/ed.ed.15.18>
4. *Construction Work: Code of Practice*. Kanbera, 2012. ISBN 978-0-642-33361-2.
5. ČYPAS, Petras ir kt. *Žmonių sauga*. Vilnius, 2011. ISBN 9789955288428.
6. DĖJUS, Titas. Typical Solutions for the Construction Site Employees' Safety. *Procedia Engineering* [interaktyvus]. 2013, 57, 238-243 [žiūrėtas 2020-09-16]. Prieiga per: ScienceDirect.
7. DĖJUS, Titas. Pavojingi statybos konstrukcijų įrengimo veiksniai ir priemonės nepageidaujamam jų poveikiui mažinti. *Statybinės konstrukcijos ir technologijos* [interaktyvus]. 2009, 1(2), 111-121 [žiūrėtas 2020-09-18]. Prieiga per: doi:10.3846/skt.2009.14
8. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2020-09-18]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.309802/asr>
9. DONG, Xiuwen Sue, et al. Workplace Safety and Health Perceptions of Construction Workers. *Quarterly Data Report* [interaktyvus]. 2016, 10, 1-21 [žiūrėtas 2020-09-15]. Prieiga per: ResearchGate.
10. DILKHAZ, Sevar. Risk Assessment for Uzun Construction and Real Estate Company in TRNC. *SAS Journal* [interaktyvus]. 2018, 5(4), 332-344 [žiūrėtas 2020-09-22]. Prieiga per: ResearchGate.
11. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai* [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2020-09-21]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260443?jfwid=nz8qn89rm>
12. GIEDRAITIS, Algirdas. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimas komercinėje įmonėje. *Regional Formation and Development Studies* [interaktyvus]. 2013, 2(13), 36-46 [žiūrėtas 2020-09-21]. Prieiga per: ResearchGate.
13. GUNDUZ, Murat and Heikki LAITINEN. Construction Safety Risk Assessment with Introduced Control Levels. *Journal of Civil Engineering and Management* [interaktyvus]. 2018, 24, 11-18 [žiūrėtas 2020-09-22]. Prieiga per: ResearchGate.
14. JAFFAR, Nooraidawati, et al. Factors of Conflict in Construction Industry: A Literature Review. *Procedia Engineering* [interaktyvus]. 2011, 20, 193-202 [žiūrėtas 2020-09-22]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.156>
15. KAMINSKAS, Kazys Algirdas ir Aušra STANKIUVIENĖ. *Ergonominio tyrimo metodikos ir jų taikymas*. Vilnius, 2017. ISBN 978-609-476-032-7.

16. KIM, In Ju. The Role of Ergonomics for Construction Industry Safety and Health Improvements. *Journal of Ergonomics* [interaktyvus]. 2017, 7(2), 2-4 [žiūrėtas 2020-09-16]. Prieiga per: ResearchGate.
17. KUBILIŪTĖ, Gina ir Kazys Algirdas KAMINSKAS. Kelių statybos įmonių ergonominių ir psichologinių rizikos veiksnių tyrimas. *14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“* [interaktyvus]. 2011, 1-5 [žiūrėtas 2020-09-16]. Prieiga per: <http://dspace.vgtu.lt/bitstream/1/958/1/Kubiliute%2C%20Kaminskas.pdf>
18. LAZAUSKAITĖ-ZABIELSKĖ, Jurgita ir kt. *Darbuotojas – darbas – organizacija: tyrimų problematika ir gairės*. Vilnius, 2014. ISBN 978-609-459-355-0.
19. VANAGAS, Povilas. *Darbo organizavimas, normavimas ir atlyginimas už darbą*. Kaunas, 2009. ISBN 9789955256090.
20. STANKIUVIENĖ, Aušra ir Jurgita ŠAKĖNAITĖ. Ergonominių rizikos veiksnių valdymo svarba statybos įmonėse. Žmogaus ir gamtos sauga = Human and Nature Safety: *23-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga* [interaktyvus]. 2017, 12, 16-19 [žiūrėtas 2020-09-16]. Prieiga per: [https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/02/16-19 Stankiuviene Sakenaite 12.pdf](https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/02/16-19_Stankiuviene_Sakenaite_12.pdf)
21. VALSTYBINĖ DARBO INSPEKCIJA. *Neblaivaus darbo pavojai ir rizikos* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-09-22]. Prieiga per: [https://www.vdi.lt/Forms/Tema.aspx?Tema\\_ID=49](https://www.vdi.lt/Forms/Tema.aspx?Tema_ID=49)
22. ORANDO, Merculluso and Amanda ISABIRYE. Construction Workers' Skill Development: a Strategy for Improving Capacity and Productivity in South Africa. *International Journal of Economics and Finance Studies* [interaktyvus]. 2018, 10, 66-80 [žiūrėtas 2020-09-21]. Prieiga per: ResearchGate.
23. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2020-09-21]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.435935/asr>
24. PINTO, Abel, et al. Qualitative Model for Risk Assessment in Construction Industry: A Fuzzy Logic Approach. *IFIP* [interaktyvus]. 2010, 7, 105-111 [žiūrėtas 2020-09-23]. Prieiga per: ResearchGate.
25. PUROHIT, Devdatt, et al. Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry. *International Journal of Applied Engineering Research* [interaktyvus]. 2018, 13, 7639-7667 [žiūrėtas 2020-09-23]. Prieiga per: ResearchGate.
26. RICKETTS, Mitch. The Case of the Overheated Construction Worker. *Professional Safety* [interaktyvus]. 2020, 65(6), 62-65 [žiūrėtas 2020-09-15]. Prieiga per: ResearchGate.
27. SHFIQUE, Muhammad and Muhammad RAFIQ. An Overview of Construction Occupational Accidents in Hong Kong: A Recent Trend and Future Perspectives. *Applied Sciences* [interaktyvus]. 2019, 9, 2-16 [žiūrėtas 2020-09-17]. Prieiga per: <https://doi.org/10.3390/app9102069>.
28. SIREGAR, Syafiaturun. A Study of Work Based Learning For Construction Building Workers. *Journal of Physics: Conference Series* [interaktyvus]. 2018, 970, 1-6 [žiūrėtas 2020-09-21]. Prieiga per: ResearchGate.
29. *The National Institute for Occupational Safety and Health* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-09-17]. Prieiga per: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/outdoor/default.html>
30. *Workplace Safety* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-09-23]. Prieiga per: [https://www.tutorialspoint.com/workplace\\_safety/workplace\\_safety\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/workplace_safety/workplace_safety_tutorial.pdf).

31. SPACKMAN, Michael, et al. Multi-criteria analysis: a manual. [interaktyvus]. London, 2009 [žiūrėtas 2020-11-24]. Prieiga per: ResearchGate.
32. PELLICER, Eugenio, et al. A Review of Multi-Criteria Assessment of the Social Sustainability of Infrastructures. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus], 2018, 187, 496-513 [žiūrėtas 2020-11-24]. Prieiga per: ResearchGate.
33. MAHMOUD, Mohamed Rami and Luis GARCIA. Comparison of different multicriteria evaluation methods for the Red Bluff diversion dam. *Environmental Modelling & Software* [interaktyvus], 2000, 15, 471–478 [žiūrėtas 2020-11-24]. Prieiga per: Google scholar.
34. SIMANAVIČIENĖ, Rūta. Statistinių metodų taikymas daugiatislių sprendimų patikimumui įvertinti. *Informacijos mokslai* [interaktyvus], 2013, 65 [žiūrėtas 2020-11-24]. Prieiga per: ResearchGate.
35. RIZALDI, T., et al. Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods (AHP, TOPSIS, SAW & PROMENTHEE) for Employee Placement. *Journal of Physics* [interaktyvus], 2018, 953 [žiūrėtas 2020-11-24]. Prieiga per: ResearchGate.
36. SIMANAVIČIENĖ R. *Kiekybinių daugiatislių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė*. Vilnius: Technika. 2011. ISBN: 978-609-457-055-1.
37. TZENG, G. H., J. J. HUANG. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. 2011. ISBN:978-1-4398-6157-8.
38. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darbuotojų apsaugos nuo cheminių veiksnių darbe nuostatai* [interaktyvus]. 2001 [žiūrėta 2020-11-29]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.145860?jfwid=-je7i1sz0t>
39. PABEDINSKAITĖ, Arnoldina ir Romualdas VITKAUSKAS. Daugiakriterinis produkto kokybės vertinimas. *Verslas: teorija ir praktika* [interaktyvus]. 2009, 10(3), 214-222 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: Google scholar.
40. PODVEZKO, Valentinas. Neapibrėžtumo įtaka daugiakriteriniams vertinimams. *Verslas: teorija ir praktika* [interaktyvus]. 2006, 7(2), 81-88 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: Google scholar.
41. *Original operating manual - Cordless drywall screwdriver* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: [http://www.free-instruction-manuals.com/pdf/pa\\_1553295.pdf](http://www.free-instruction-manuals.com/pdf/pa_1553295.pdf)
42. *PFT Ritmo powercoat* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: [http://www.tool.knauf-formbar.de › content\\_scripts/PFT\\_RITMO\\_powercoat\\_oK\\_GB.pdf](http://www.tool.knauf-formbar.de › content_scripts/PFT_RITMO_powercoat_oK_GB.pdf)
43. *DeWalt original instructions* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: [http://www.free-instruction-manuals.com/pdf/pa\\_1404627.pdf](http://www.free-instruction-manuals.com/pdf/pa_1404627.pdf)
44. *Bosch PFS 5000 E manual* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: <https://www.manualscat.com/en/bosch-pfs-5000-e-manual>
45. *Unitest instruction manual* [interaktyvus]. 2006 [žiūrėtas 2020-11-29]. Prieiga per: <https://docs.rs-online.com/8e89/0900766b8173352d.pdf>

## **Priedai**

**„Statybos pramonės pagalbos linijos“ mobiliosios programos, skirtos statybos darbuotojams, langas [2]**





## Ergonominių rizikos veiksnių klasifikacija ir matavimo metodikos [11]

Ergonominis veiksnys	Matavimo vienetas	Ribinė vertė	Matavimo metodika
1	2	3	4
Vienkartinio rankomis keliamo krovinio masė, kai krovinys nuolat pernešamas per pamainą ar dirbant kitą darbą	kg	ne daugiau kaip: vyr. – 30 kg mot. – 10 kg	Krovinys pasveriamas arba svoris nustatomas pagal techninę dokumentaciją
Laikomos rankomis krovinio masės atstumas nuo darbuotojos kūno	cm	ne daugiau 70 cm	Matuokle matuojamas laikomo krovinio horizontalus atstumas nuo žmogaus kūno
Rankomis keliamo krovinio masės pakėlimo ar nuleidimo aukštis	-	pakėlimo ar nuleidimo zona, esanti tarp nuleistos rankos krumplių ir pečių linijos	Stebėjimo būdu nustatomas krovinio pakėlimo aukštis nuo pečių linijos aukštyrų ar nuleidimo aukštis nuo nuleistos rankos krumplių žemyn
Liemens daugkartiniai priverstiniai palenkimai	kampas laipsniais	pasilenkimo kampas ne didesnis kaip 60°	Kampiniu matuojamas liemens palenkimo kampas nuo vertikalių kūno padėties
Nuolat pasikartojantys rankų judesiai:  dalyvaujant plaštakos ir pirštų raumenims,  dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims	Skaičius per pamainą	ne daugiau kaip 40 000  ne daugiau kaip 20 000	Skaičiuojami atliekami judesiai per 60 s laikotarpį, ne mažiau kaip tris kartus su 10 min. intervalais tarp skaičiavimų, apskaičiuojamas vidurkis ir dauginamas iš pamainos laiko, per kurį atliekami judesiai arba skaičiuojamas per pamainą išspausdintas spaudos ženklų skaičius
Statinis darbas per pamainą:  prilaikant svorį viena ranka,  prilaikant svorį dviem rankomis  ir dalyvaujant liemens ir kojų raumenims	kg ir sekundžių sandauga	ne daugiau kaip: vyr. – 43 000 mot. – 21 500  vyr. – 97 000 mot. – 43 000  vyr. – 130 000 mot. – 65 000	Prilaikomas svoris pasveriamas, nustatomas svorio prilaikymo per pamainą laikas (sekundėmis) ir gauti dydžiai sudauginami arba svoris ir laikas nustatomi pagal techninę dokumentaciją
Darbo poza	-	<u>sėdint</u> – kai sėdinčiojo nugara tiesi ir išlaikomi natūralūs stuburo linkiai ir dubens-klubų kampai, kojų sąnarių kampai buki, kojų pėdos remiasi į pagrindą; <u>stovint</u> – kai stovinčiojo nugara tiesi ir išlaikomi natūralūs stuburo linkiai, yra galimybė keisti pozą, nėra kūno pozų, kurių metu rankos, kojos ar nugara patiria papildomą statinį darbą, darbiniai judesiai	Stebėjimo būdu nustatoma kaklo, rankų, nugaros, klubų ir kojų padėtis darbo metu sėdint ar stovint

		nesukelia pusiausvyros sutrikimo	
Dėmesio koncentravimas	procentas	ne daugiau kaip 75 % pamainos laiko	Pagal techninę dokumentaciją ar darbo proceso aprašymą nustatomas laikas, reikalingas stebėjimui ir dėmesio koncentravimui, ir apskaičiuojama, kokį procentą jis sudaro nuo viso darbo laiko (8 val.)
Regos įtampa	mm	0,5 mm ir daugiau	Slankmačių matuojamas apdirbamų detalių ar stebimų objektų dydis arba objekto dydis nustatomas pagal techninę dokumentaciją
Darbo zonų parametrai	cm	retai atliekamo darbo zona ne toliau kaip: vyr. – 65 cm mot. – 58 cm	Matuokle matuojamas nuotolis nuo darbuotojo peties iki toliausiai ant darbo paviršiaus išdėstytos darbo priemonės

## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

## APKLAUSA

## Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas

Dainius Šiaučiulis

Kauno Technologijos Universitetas Panevėžio technologijų fakultetas

## Apklausoje aprašymas.

Esu Statybos valdymo magistrantas Kauno technologijos universitete, Panevėžio technologijų ir verslo fakultete. Rašau darbą tema „Statybos darbuotojų darbo vietos kompleksinis rizikos vertinimas“. Šio darbo atlikimui man yra reikalinga darbuotojų sveikatos ir saugos specialistų nuomonė apie rizikos veiksnius, kurie veikia vidaus apdailos darbus atliekančius statybos darbuotojus. Pasirinkau dešimt kriterijų. Prašau išreikšti savo nuomonę, kriterijus įvertinant balais pagal jų reikšmingumą skalėje nuo 1 iki 10. Konfidencialumas garantuojamas.

Skalės reikšmės:

- 1 – nesvarbu.
- 2 – nesvarbu.
- 3 – pakankamai svarbu.
- 4 – pakankamai svarbu.
- 5 – vidutiniškai svarbu.
- 6 – vidutiniškai svarbu.
- 7 – svarbu.
- 8 – svarbu.
- 9 – labai svarbu.
- 10 – labai svarbu.

## Vertinimas.

Veiksniai (kriterijai)	Įvertinimas
<b>Ergonominiai veiksniai</b>	
Krovinio kėlimas ir pernešimas pastoviai per pamainą.	
Laikomo krovinio masės atstumas nuo darbuotojo kūno.	
Daugkartiniai pasilenkimai per liemenį.	
Pasikartojantys judesiai, dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims.	
<b>Fizikiniai veiksniai</b>	
Triukšmas darbo vietoje.	
Rankas veikianti vibracija.	
Darbo vietos apšvietimas.	
<b>Fiziniai veiksniai</b>	
Darbuotojų kritimas iš aukščio.	
Daiktų kritimo pavojus ant apačioje dirbančių darbuotojų.	
<b>Cheminiai veiksniai</b>	
Darbuotojų sąlytis su cheminėmis medžiagomis.	

## Informacija apie vertinimo lentelę užpildžiusį specialistą (nebūtina pildyti):

Vardas, Pavardė	Pareigos	DSS specialisto pažymėjimo Nr.

Ačiū už Jūsų skirtą laiką.

Norminē  $\chi^2_{kr}$  reikšmē

v	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.1	0.05	0.025	0.01
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	2.71	3.84	5.02	6.63
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38	9.21
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35	11.34
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14	13.28
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45	16.81
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.72
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89
32	15.13	16.36	18.29	20.07	22.27	42.58	46.19	49.48	53.49
34	16.50	17.79	19.81	21.66	23.95	44.90	48.60	51.97	56.06
38	19.29	20.69	22.88	24.88	27.34	49.51	53.38	56.90	61.16
42	22.14	23.65	26.00	28.14	30.77	54.09	58.12	61.78	66.21
46	25.04	26.66	29.16	31.44	34.22	58.64	62.83	66.62	71.20
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	63.17	67.50	71.42	76.15
55	31.73	33.57	36.40	38.96	42.06	68.80	73.31	77.38	82.29
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	74.40	79.08	83.30	88.38
65	39.38	41.44	44.60	47.45	50.88	79.97	84.82	89.18	94.42
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	85.53	90.53	95.02	100.43
75	47.21	49.48	52.94	56.05	59.79	91.06	96.22	100.84	106.39
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	96.58	101.88	106.63	112.33
85	55.17	57.63	61.39	64.75	68.78	102.08	107.52	112.39	118.24
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	107.57	113.15	118.14	124.12
95	63.25	65.90	69.92	73.52	77.82	113.04	118.75	123.86	129.97
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	118.50	124.34	129.56	135.81



## STATYBOS DARBUOTOJŲ DARBO VIETOS ERGONOMINIS VERTINIMAS

Šiaučiulis D., Vaičiulis D.

Kauno Technologijų universiteto Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

**Raktiniai žodžiai:** statyba, sauga ir sveikata, ergonomika, SAW, vidaus darbai.

### 1. Įvadas

Vertinant nelaimingų atsitikimų darbe statistiką, statybos sektorius yra vienas pavojingiausių visame pasaulyje, nors darbuotojų sauga ir sveikata darbe labai reikšminga visų veiklos rūšių įmonėse. Statybos sektoriuje dirba apie 7 % visų pasaulyje dirbančių asmenų. Šiame sektoriuje nutinka apie 30-40 % visų nelaimingų atsitikimų [1]. Statybos pramonė yra dinamiška, todėl ji yra tiek unikali, tiek sudėtinga pritaikant ergonominius sprendimus darbo vietoje. Todėl būtina stebėti ir kontroliuoti ergonominius bei rizikos veiksnius statybvietėje [2].

Pagal Lietuvos Respublikos norminius teisės aktus [3] įmonėms privaloma atlikti darbo vietų rizikos vertinimą, pagal kurį nustatomi visi galimi pavojingi atvejai ir veiksniai, kurių vienas jų yra darbo vietos ergonomika. Tačiau profesinių ligų ir nelaimingų atsitikimų darbo vietose vis vien nepavyksta išvengti.

Statybvietė yra nuolat besikeičianti darbo aplinka, kuri skatina didelį darbuotojų judumą, todėl būtina nuolat stebėti darbo procesus, siekiant nustatyti pavojingus veiksnius ir apsaugoti darbuotojus nuo galimų pavojų [4]. Prieš darbuotojui leidžiant dirbti, kiekvienas darbdavys privalo atlikti pirminį profesinės sveikatos ir saugos mokymą, į kurį įeina bendras ir profesinis mokymas darbo vietoje, taip pat kiekvienai darbo vietai turi būti atliktas profesinės rizikos vertinimas, kurio metu nustatomi ergonominiai veiksniai, kurie įtakoja darbo našumą ir dirbančiojo sveikatos būklę. Šis vertinimas yra viena iš statybos darbų technologinių projekto sudedamųjų dalių, pagal kurią rengiami projektiniai saugos sprendiniai.

**Darbo tikslas:** atlikti vidaus apdailos darbuotojų darbo vietos ergonominių veiksnių vertinimą.

### 2. Vertinimo metodas

Šiame straipsnyje, nustatant ergonomiškiausią darbo vietą, taikomas SAW (*Simple Additive Weighting*) daugiakriteris vertinimo metodas. SAW yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų metodų [5].

Skaičiavimo, SAW metodu, eiga:

- sudaroma galimų sprendinių matrica  $P$ , t. y. pasirenkami galimi sprendiniai ir poveikio/tinkamumo rodikliai, kuriais kiekybiškai nusakomas kiekvieno galimo sprendinio tinkamumas (toliau poveikio/tinkamumo rodiklius vadinsime tiesiog rodikliais);
- $P$  matrica normalizuojama, t. y. normalizuojami rodikliai;
- nustatomos rodiklių integruotojo reikšmingumo vertės;
- apskaičiuojama sprendimo priėmimo matrica;
- pagal kiekvieno galimo sprendinio visų, pasirinkimą lemiančių, rodiklių sumos vertę nustatomas tinkamiausias sprendinys.

Galimų sprendinių matrica atrodo taip:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

čia  $x_{ij}$  – galimų sprendinių matricos nariai;  $i$  –  $i$ -asis galimas sprendinys;  $m$  – galimų sprendinių kiekis;  $j$  –  $j$ -asis rodiklis;  $n$  – rodiklių kiekis.

$P$  matricos kiekvieno  $j$ -ojo stulpelio normalizacija aplykama pagal didžiausią arba mažiausią atitinkamo stulpelio narį. Pagal didžiausią narį normalizuojama, kai  $j$ -ojo rodiklio didesnė vertė yra geresnė, o pagal mažiausią, kai  $j$ -ojo rodiklio mažesnė vertė yra geresnė.

$P$  matricos kiekvieno  $j$ -ojo stulpelio visų narių normalizuotos vertės, kai normalizuojama pagal didžiausią narį, apskaičiuojamos taip [5, 6]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}, \quad (2)$$

o kai normalizuojama pagal mažiausią narį – taip:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}; \quad (3)$$

čia  $x_j^{max}$  – didžiausia  $j$ -ojo rodiklio vertė;  $x_j^{min}$  – mažiausia  $j$ -ojo rodiklio vertė.

Rodiklių integruotojo reikšmingumo vertės ( $q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*$ ) turi tenkinanti šią sąlygą [7, 8]:

$$\sum_{j=1}^n q_j^* = 1; \quad (4)$$

čia  $q_j^*$  – integruotasis  $j$ -ojo rodiklio reikšmingumas.

Kiekvieno galimo sprendinio suminis, pasirinkimą lemiantis, rodiklis apskaičiuojamas taip [7, 8]:

$$A_{i, sum} = \sum_{j=1}^n A_{ij} = \sum_{j=1}^n (q_j^* \bar{x}_{ij}); \quad (5)$$

čia  $A_{ij}$  –  $i$ -ojo alternatyvaus sprendinio pasirinkimą lemiantis  $j$ -asis rodiklis.

### 3. Tyrimas

Įprastinės vidaus apdailos darbo sąlygos: dirbama patalpose, pastoviai kilnojami įvairūs svoriai (tinkas, dažai, lakštai ir kt.), dalis darbų atliekama nepatogioje padėtyje (įsitempus, susilenkus ir kt.), naudojami įrankiai. Be to, darbuotojas atsako už savo darbo vietos paruošimą ir sutvarkymą, reikiamų medžiagų bei paviršių paruošimą.

Straipsnyje nagrinėjami keturi vidaus apdailos darbai:

- lubų plokščių montuotojo;
- sienų tinkuotojo;
- grindų klojėjo;
- dažytojo.

Vertinant vidaus apdailos darbuotojo darbo vietą, naudosime 1 lentelėje pateikus vertinimo balus.

1 lentelė

Darbo pozų ir judesių vertinimas atskiroms kūno dalims [7]

Vertinimo balas	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Kojos, klubai
1	Laisvi, atsipalaidavę	Atsipalaidavę, laisvi nenaudojama daug jėgų	Natūralioje pozoje ir/arba gerai atsirėmus, kai dirbama sėdint ir stovint	Laisvoje padėtyje, kurią norint galima pakeisti, atsirėmus, kai dirbama sėdint
2	Natūralioje, bet darbo apribotoje pozoje	Rankos darbinėje padėtyje, kartais truputi įtemptos	Patogioje, bet darbo apribotoje pozoje	Patogioje, bet darbo apribotoje pozoje
3	Įsitempę dėl darbo	Rankos įtemptos ir/arba sąnariai nepatogioje padėtyje	Pasilenkus ir/arba be geros atramos	Nepatogiai atsirėmus arba nepakankamai atsirėmus stovint

Vertinimo balas	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Kojos, klubai
4	Kaklas pasuktas arba palenktas ir/arba viršutinė rankų dalis pečių lygyje	Rankoms tenka statinis krūvis ir/arba nuolat kartoja tuos pačius judesius	Pasilenkus ir persikreipus be atramos	Stovint ant vienos kojos arba klūpant, bei susilenkus
5	Galva atlošta, naudojama didelė rankų jėga	Naudojama didelė rankų jėga arba atliekami greiti judesiai	Nepatogioje pozijoje dirbant sunkų darbą	Nepatogioje pozijoje atliekant sunkų darbą

2 lentelė

Galimų sprendinių matrica

Galimi vidaus apdailos darbai	Kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą			
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos
Lubų plokščių montuotojo	4,0	5,0	4,0	4,0
Sienų tinkuotojo	3,0	4,0	5,0	4,0
Grindų klojėjo	3,0	3,0	4,0	4,0
Dažytojo	4,0	3,0	2,0	3,0
Geriausias rodiklis yra	mažiausias	mažiausias	mažiausias	mažiausias
Geriausia rodiklio vertė	3,0	3,0	2,0	3,0

Pagal kiekvienos vidaus apdailos darbo rūšies ypatumus į galimų sprendinių matricą surašomos rodiklių, įvertinančių darbo vietos ergonomiškumą, vertės. Kuo rodiklio vertė didesnė, tuo darbas yra mažiau ergonomiškas.

Galimų sprendinių matrica pateikta 2 lent. Normalizuota galimų sprendinių matrica pateikta 3 lent. O 4 lent. pateikta sprendimų priėmimo matrica ir pirmenybinė eilutė.

Iš 4 lent. ir 1 pav. matyti, kad patogiausias vidaus apdailos darbas (galimi pasirinkimai buvo: lubų plokščių montuotojo, sienų tinkuotojo, grindų klojėjo ir dažytojo), nustatytas taikant SAW metodą, yra dažytojo.

3 lentelė

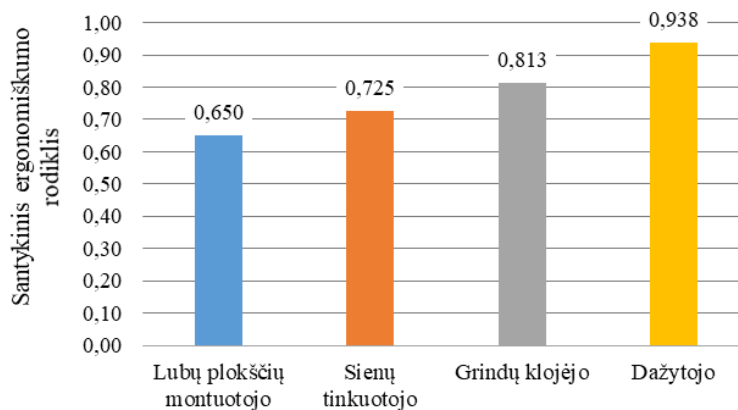
Normalizuota galimų sprendinių matrica

Galimi vidaus apdailos darbai	Normalizuoti kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą			
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos
Lubų plokščių montuotojo	0,75	0,60	0,50	0,75
Sienų tinkuotojo	1,00	0,75	0,40	0,75
Grindų klojėjo	1,00	1,00	0,50	0,75
Dažytojo	0,75	1,00	1,00	1,00
Integruotasis rodiklių reikšmingumas $q_j$	0,25	0,25	0,25	0,25

4 lentelė

Sprendimo priėmimo matrica

Galimi vidaus apdailos darbai	Pasirinkimą lemiantis kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą				Galimo sprendinio pasirinkimą lemiančių rodiklių suma	Pirmenybinė eilutė
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos		
Lubų plokščių montuotojo	0,188	0,150	0,125	0,188	0,650	4
Sienų tinkuotojo	0,250	0,188	0,100	0,188	0,725	3
Grindų klojėjo	0,250	0,250	0,125	0,188	0,813	2
Dažytojo	0,188	0,250	0,250	0,250	0,938	1



1 pav. Vidaus apdailos darbų ergonominis vertinimas

#### 4. Išvados

Atliktas vidaus apdailos darbo rūšių (lubų plokščių montuotojo, sienų tinkuotojo, grindų klojėjo ir dažytojo) ergonominis vertinimas SAW metodu. Tyrime buvo daroma prielaida, kad kūno dalys (kaklas ir pečiai, alkūnė ir riešai, nugara, kojos, klubai) vienodai greitai nuvargsta esant nepatogioms darbo sąlygoms, t. y. „kūno dalių reikšmingumai ergonomikos požiūriu“ vienodi. Nustatyta:

- mažiausiai ergonomiškas (iš tirtų darbo rūšių) yra lubų plokščių montuotojo darbas;
- ergonomiškiausias (iš tirtų darbo rūšių) yra dažytojo darbas.

Dažytojo darbas yra apie 29% (arba 1,44 karto) ergonomiškesnis už lubų plokščių montuotojo darbą.

#### Literatūra

1. **Zhipeng, Z., Yang M. G., Qiming, L.** Overview and analysis of safety management studies in the construction industry // *Safety Science*, 72. Elsevier, 2015. p. 337-350.
2. **Abdul-Thari, A. H.** and all. Ergonomic Risk Controls in Construction Industry- A Literature Review // *Procedia Engineerin*, 20. – Perak: Elsevier, 2011. p. 80-88.
3. **Winanda, L. and all.** Construction Safety Monitoring Based on the Project's Characteristic with Fuzzy Logic Approach // *AIP Conference Proceedings*, 1903 AIP Publishing, 2017.
4. **Banaitienė N., Banaitis A.** Statybos projektų valdymo pagrindai. – Vilnius: Technika. 2006. ISBN: 978-9986-05-961-5.
5. **Simanavičienė R.** Kiekybinių daugiataksių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. – Vilnius: Technika. 2011. ISBN: 978-609-457-055-1.
6. **Tzeng, G. H., Huang, J. J.** Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. 2011. ISBN:978-1-4398-6157-8.
7. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. Prieiga per internetą: < <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260443?jfwid=nz8qn89rm> > [žiūrėta 2020-04-03].