



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Giedrė Leonavičiūtė

PAVOJINGŲ VEIKSNIŲ STATYBOJE ANALIZĖ IR PREVENCIJA
ANALYSIS OF DANGEROUS FACTORS IN CONSTRUCTION SITE AND
ITS PREVENTION

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybos technologijų studijų kryptis

Vilnius, 2015

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Giedrė Leonavičiūtė

PAVOJINGŲ VEIKSNIŲ STATYBOSE ANALIZĖ IR PREVENCIJA
ANALYSIS OF DANGEROUS FACTORS IN CONSTRUCTION SITE AND ITS
PREVENTION

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybos technologijų studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Titas Dėjus

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

lekt. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

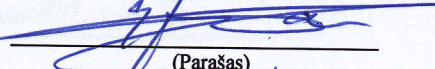
(Data)

Vilnius, 2015

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Statybos technologijų studijų kryptis
Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621/80003
Statybos technologijų ir vadybos specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas


(Parašas)
E.K. Lavadskas
(Vardas, pavardė)
2015-05-19
(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2014-10-16 Nr. 6

Vilnius

Studentui (ei) Giedrei Leonavičiūtei
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Pavojingų veiksnių statyboje analizė ir
..... prevencija

patvirtinta 2014 m. spalio 16 d. dekanų potvarkiu Nr. 503 st.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2015 m. gegužės 20 d.

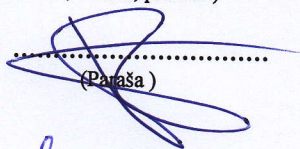
BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

- 1) Atlikti mokslinės literatūros, susijusios su nelaimingais nutikimais darbe ir galimomis prevencijos priemonėmis analizę.
- 2) Atlikti statistinę 90 nelaimingų atsitikimų analizę.
- 3) Atlikti daugiakriterę analizę parinktais metodais.
- 4) Organizuoti apsaugos priemones statyboje.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

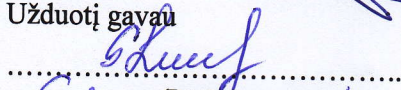
.....
.....
.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas


(Parašas)

DOC. RUTIS DEJUS
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau


(Parašas)
Giedrė Leonavičiūtė
(Vardas, pavardė)
2014-10-16
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos technologijos ir vadybos katedra

ISBN _____ ISSN _____
Egz. sk. 2
Data 2015-05-19

Antrosios pakopos studijų **Statybos technologijų ir valdymo** programos magistro baigiamasis darbas
Pavadinimas **Pavojingų veiksmų statyboje analizė ir prevencija**
Autorius **Giedrė Leonavičiūtė**
Vadovas **doc. dr. Titas Dėjus**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Atliekant statybos darbus, viena opiausių problemų yra asmeninių apsaugos priemonių naudojimas atliekant darbus aukštyje bei didelis nelaimingų atsitikimų statybose skaičius. Darbe nagrinėjama užsienio ir Lietuvos nelaimingų atsitikimų statistika. Taip pat atliekama prevencinių priemonių literatūros analizė.

Darbe aptariami 90 nelaimingų atsitikimų atvejai. Remiantis šiais duomenimis nustatomas rizikingiausias darbų aukštis (2–4 m), pavojingiausia valanda (baigiantis pamainai apie 15 val.) taip pat diena ir mėnuo.

Baigiamajame magistro darbe atliekama TOPSIS grey bei WASPAS – g daugiakriterė analizė, kurios metu parenkamas geriausias kritimo iš aukščio apsaugos kompleksas.

Darbo apimtis – 66 p. teksto be priedų, 24 pav., 28 lentelės ir 53 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: kritimas iš aukščio, pavojingi veiksniai, darbų sauga ir sveikata, TOPSIS grey, WASPAS – g.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Construction Technology and Management

ISBN
Copies No. 2
Date 2015 - 05 - 19
ISSN

Master Degree Studies **Construction Technologies and Management** study programme Master
Graduation Thesis

Title **Analysis of dangerous factors in construction site and its prevention**
Author **Giedrė Leonavičiūtė**
Academic supervisor **Assoc Prof Dr Titas Dėjus**

Thesis
language: Lithuanian

Annotation

There are a large number of accidents in construction industry. One of the biggest problems in construction site is that workers do not use personal protection equipment while working at a height. The paper examines the foreign and Lithuanian accidents in construction site statistics. It also consist of preventive measures literature analysis.

The work presents 90 case of accidents. Based on data the riskiest work height (2–4 metres), dangerous hours (it is the end of the shift), days and months are set.

The master thesis is performed TOPSIS grey ant WASPAS – g multi-criteria analysis, during which are selected the best fall protection from a height sets.

Thesis consist of – 66 pages, 24 figures, 28 tables and 53 bibliographic sources.

Keywords: Falling from height, dangerous factors, health and safety, TOPSIS grey, WASPAS – g.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų,
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2011-2012 m. m.

1 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Giedrė Leonavičiūtė, 20093909

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos technologijos ir valdymas, STVfm-13

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2015 m. gegužės 20 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Pavojingų veiksnių statyboje analizė ir prevencija“ patvirtintas 2014 m. spalio 16 d. dekanato potvarkiu Nr. 503st, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: Lina Rutkienė. Mano darbo vadovas doc. dr. Titas Dėjus.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).



(Parašas)

Giedrė Leonavičiūtė

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

ĮVADAS.....	10
1. LITERATŪROS ANALIZĖ	12
1.1. Nelaimingų atsitikimų statistika vykdant statybos darbus Lietuvoje ir užsienyje	12
1.2. Nelaimingų atsitikimų statybose prevencija.....	16
1.3. Darbų saugos gerinimas taikant darbų saugos valdymo programą	18
1.4. Darbų saugos gerinimas naudojant BIM	18
2. KRITIMO IŠ AUKŠČIO STATISTINĖ DUOMENŲ ANALIZĖ.....	21
2.1. Rizikingiausias aukštis	26
2.2. Asmeninių apsaugos priemonių naudojimas ir sužalojimo laipsnis.....	27
2.3. Nelaimingiausios valandos, dienos ir mėnesio nustatymas.....	29
2.4. Priežastys, nulėmusios kritimą iš aukščio	31
3. RACIONALIAUSIOS APSAUGOS NUO KRITIMO IŠ AUKŠČIO PARINKIMAS TAIKANT TOPSIS GREY BEI WASPAS - G METODUS	33
3.1. Geriausios / racionalios apsaugos nuo kritimo iš aukščio parinkimas	34
3.1.1. Alternatyvų aprašymas.....	36
3.1.2. Rodiklių formulavimas	38
3.2. Rodiklių reikšmingumo nustatymas	38
3.3. TOPSIS grey metodas	41
3.4. WASPAS - G metodas	46
4. ORGANIZACINĖS APSAUGOS PRIEMONĖS	51
IŠVADOS	60
NAUDOTA LITERATŪRA.....	62

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Asmeninių ir kolektyvinių apsaugos priemonių naudojimas.....	14
1.2 pav. Asmeninių apsaugos priemonių nenaudojimas	14
1.3 pav. Neteisingai įrengti pastoliai	15
1.4 pav. Nesaugi darbo vieta aukštyje	15
1.5 pav. Virtualūs mokymai (Sacks 2013)	17
1.6 pav. Virtuali statybos aikštelė (Perlman 2014).....	17
1.7 pav. Modelyje pažymėtos apsauginių aptvarų vietos (Zhang 2013)	19
1.8 pav. Pastato modelis susietas su kalendoriniu grafiku (Zhanget al. 2013).....	20
1.9 pav. Modelio ir aikštelės palyginimas (Zhang 2015)	20
2.1 pav. Kritimo iš aukščio diagrama.....	27
2.2 pav. Sužalojimo laipsnis	28
2.3 pav. Sužalojimo laipsnis, priklausomai nuo kritimo tipo	29
2.4 pav. Nelaimingos valandos.....	30
2.5 pav. Nelaimingiausia mėnesio diena	30
2.6 pav. Nelaimingiausias mėnuo.....	31
3.1 pav. Dviejų lynų sistema	35
3.2 pav. Inkaravimas prie lubų	36
3.3 pav. Apraišas P-02.....	37
3.4 pav. Apraišas P-20.....	37
3.5 pav. Apraišas P-50.....	37
3.6 pav. Apraišas P-60.....	37
3.7 pav. Apraišas P-70.....	37
3. 8 pav. Saugos blokas CR200	37
4.1 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus tuščias žurnalas.....	53
4.2 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus pastabos...2014)	54
4.3 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus pastabos...2014)	55
4.4 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai...2015).....	56
4.5 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai 2015).....	57

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. 90 nelamingų atsitikimų duomenys	21
3. 1 lentelė. TOPSIS metodo pritaikymas statybos inžinerijoje.....	33
3.2 lentelė. WASPAS metodo pritaikymas statybos inžinerijoje	34
3.3 lentelė. Ekspertų įvertinimas (dviejų lynų sistema).....	39
3.4 lentelė. Ekspertų nuomonės vieningumo nustatymas (dviejų lynų sistema).....	39
3.5 lentelė. Ekspertų įvertinimas	40
3.6 lentelė. Ekspertų nuomonės vieningumo nustatymas.....	41
3.7 lentelė. Pradinė sprendimų matrica (apsauga nuo kritimo nuo stogo, dviejų lynų sistema)	43
3.8 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (dviejų lynų sistema).....	43
3.9 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (dviejų lynų sistema)	44
3.10 lentelė. Idealiai geriausia ir idealiai blogiausia alternatyva (dviejų lynų sistema).....	44
3.11 lentelė. TOPSIS grey rezultatai (dviejų lynų sistema)	44
3.12 lentelė. Pradinė sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga)	45
3.13 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga).....	45
3.14 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (kritimo per angą apsauga)	46
3.15 lentelė. Idealiai geriausia ir idealiai blogiausia alternatyva (kritimo per angą apsauga).....	46
3.16 lentelė. TOPSIS grey rezultatai (kritimo per angą apsauga)	46
3.17 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (dviejų lynų sistema).....	47
3.18 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (dviejų lynų sistema)	48
3.19 lentelė. WASPAS-G rezultatai (dviejų lynų sistema)	48
3.20 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga).....	49
3.21 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (kritimo per angą apsauga)	49
3.22 lentelė. WASPAS-G rezultatai (kritimo per angą apsauga)	50

IVADAS

Šiais laikais siekiant sumažinti užstatomo žemės ploto dydį, bet norint padidinti gyvenamųjų ar darbo vietų skaičių, statomi vis aukštesni pastatai, stengiamasi darbus atlikti laiku ir kokybiškai. Dėl to sumažėja dėmesys darbų saugai ir padidėja nelaimingų nutikimų statybvietėse skaičius. Nelaimės darbo vietose ypač opi problema visame pasaulyje.

Nelaimingiems nutikimams statybvietėse įtakos turi ir patys darbininkai. Kadangi statybos aikštelėje nuolatos vyksta judėjimas, darbininkai dažnai per daug pasitiki savo jėgomis, daro neapgalvotus sprendimus, todėl įvyksta nelaimingi nutikimai. Tai dažniausiai baigiasi įvairiais sumušimais, kaulų lūžiais ar mirtimi.

Tokių nelaimingų nutikimų būtų galima išvengti, jei iš pradžių darbai būtų tinkamai suplanuojami, įvertinama galima rizika nukristi ir susižaloti. Taip pat nelaimingų atsitikimų padėtų išvengti tinkamai įrengiamos darbo vietos, pastoliai ar kitos paaukštinimo priemonės. Ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas darbuotojų mokymui, instruktavimui darbų saugos ir sveikatos klausimais. Visa tai turėtų būti susieta su esama darbo situacija.

Problematika: didelis nelaimingų nutikimų skaičius atliekant statybos darbus ir nepakankamas dėmesys darbų saugai.

Darbo tikslas - išnagrinėti pavojingus veiksnius, veikiančius statybose, daugiau dėmesio skiriant kritimui iš aukščio. Taip pat išnagrinėti priemones, kurios padėtų užkirsti kelią nelaimingiems nutikimams.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti mokslinės literatūros, susijusios su nelaimingais nutikimais darbe ir galimomis prevencijos priemonėmis, analizę.
2. Atlikti statistinę nelaimingų nutikimų analizę.
3. Suformuoti asmeninių apsaugos priemonių komplektus iš to, kas šiuo metu siūloma rinkoje bei išrinkti geriausią.

Tyrimo metodai: atliekama mokslinė literatūros analizė, remiantis sprendimų paramos sistemomis TOPSIS grey bei WASPAS - G parinkta tinkamiausia kritimo iš aukščio apsaugos priemonė.

Pirmoje baigiamojo magistro darbo dalyje atliekama mokslinių šaltinių analizė, siekiant apžvelgti užsienio šalių bei Lietuvos nelaimingų atsitikimų statistiką. Taip pat analizuojami galimi, nelaimingų atsitikimų, prevencijos būdai.

Antroje baigiamojo magistro darbo dalyje atliekama 90 nelaimingų atsitikimų, statistinė duomenų analizė. Siekiama nustatyti rizikingiausią darbų aukštį, nelaimingiausias darbo valandas, dienas, mėnesius. Taip pat nustatomas sužalojimo laipsnis, kuris priklauso nuo kritimo iš aukščio.

Trečioje baigiamojo magistro dalyje formuojamos tinkamiausios kritimo iš aukščio priemonių alternatyvos, kurios aprašomos rodikliais. Rodiklių reikšmingumas nustatomas ekspertinių įverčių metodu. Geriausios alternatyvos parenkamos taikant TOPSIS grey bei WASPAS - G metodais.

Ketvirtoje magistro darbo dalyje aprašoma viena iš organizacinių saugos priemonių - darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus veikla statybos aikštelėje.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Nelaimingų atsitikimų statistika vykdant statybos darbus Lietuvoje ir užsienyje

Nelaimingas atsitikimas darbe - tai įvykis darbe, įskaitant eismo įvykį darbo laiku, nustatyta tvarka ištirtas ir pripažintas nelaimingu atsitikimu, kurio padarinys – darbuotojo trauma (lengva, sunki, mirtina) (Nelaimingas atsitikimas darbe...2014).

Nelaimingi atsitikimai dažniausiai įvyksta darbuotojams atliekant darbus aukštyje – remontuojant stogus, atliekant apdailos darbus arba kopėčiomis lipant į darbo vietą. Pagrindinės nelaimių statybvietėse priežastys: netinkamai organizuoti ar vykdyti pavojingi darbai, neįrengtos kolektyvinės saugos priemonės, darbą atliko nustatyta tvarka neatestuotas, neinstrukuotas saugos ir sveikatos darbe klausimais asmuo, nepakankama saugos ir sveikatos darbe vidinė kontrolė įmonėje. Tokių nelaimių galima būtų išvengti, jei pradedami darbai būtų planuojami, tinkamai įvertinama rizika nukristi ir susižaloti, būtų naudojamos asmeninės ir kolektyvinės apsaugos priemonės.

Statybos sektoriuje dirba apie 7 % visų pasaulyje dirbančių asmenų ir apie 30-40 % visų nelaimingų nutikimų įvyksta būtent šiame sektoriuje (Zhou 2015). Per metus visame pasaulyje įvyksta apie 60000 nelaimingų nutikimų, kitaip tariant kas 9 minutes statybose įvyksta po vieną nelaimingą atsitikimą (Raheem 2014). Per paskutinius du dešimtmečius JAV statybos sektoriuje mirė daugiau nei 26000 darbuotojų, arba po 5 darbininkus kiekvieną darbo dieną. 40 % visų mirčių sudarė būtent kritimas iš aukščio. 30 % darbininkų nukritusių iš tam tikro aukščio nenaudojo jokių asmeninių apsaugos priemonių arba šios priemonės buvo netinkamos naudoti (Zhang 2013).

2013 metais JAV statybos sektoriuje įvyko 828 mirtini nelaimingi nutikimai, arba kas penktas mirtinas įvykis nutiko statybos sektoriuje. Išskiriamos keturios pagrindinės mirtinų įvykių priežastys (ang. Fatal Four):

- kritimas iš aukščio - 36,5 % arba 302 nelaimingi nutikimai 2013 m.;
- daiktų užkritimas - 10,1 % arba 84 nelaimingi nutikimai;
- elektra - 8,6 % arba 71 nelaimingas nutikimas;
- suspaudimas, prispaudimas - 2,5 % arba 21 nelaimingas nutikimas.

Dėl šių keturių priežasčių 2013 metais įvyko 57,7 % visų mirtinų įvykių statybos sektoriuje. Jeigu būtų įmanoma pašalinti šias keturias pagrindines priežastis, tai kiekvienais metais JAV būtų galima išsaugoti 478 darbininkų gyvybes (Construction's "Fatal Four"...2014).

Nelaimingi nutikimai, susiję su kritimais iš aukščio, įmonėms užtraukia ir finansinius įsipareigojimus, t.y. vien JAV per metus darbininkams, nukritusiems iš aukščio išmokama apie 54 mln. dolerių, arba 106 tūkst. dol./žmogui (Dong 2013).

Didžiosios Britanijos statybos sektoriuje dirba tik apie 5 % žmonių, tačiau mirtinų nutikimų skaičius - 31 % (Construction industry...2014). Šioje šalyje yra įkurta statybos saugumo grupė

(Building safety group), kuri atsakinga už darbų saugą ir sveikatą. Šios grupės duomenimis, 2012 metais statybos darbuotojų kritimo iš aukščio skaičius padidėjo 140 % ir tai sudarė 23 % visų nelaimingų atsitikimų, o 2013 metais šis skaičius padidėjo iki 31%. Nors nelaimingų nutikimų, susijusių su kritimu iš aukščio, padaugėjo, tačiau bendras nelaimingų atsitikimų skaičius statybose sumažėjo 21 %, t.y. nuo 226 iki 177 (Huge increase in...2012). Nelaimingi nutikimai, įvykę statybose, valstybei per metus atsieja apie 1,1 mlrd. svarų sterlingų (Construction industry...2014).

Švedijoje, 2009 - 2010 metais, buvo užregistruoti 1091 kritimai iš aukščio, 789 kritimai nuo laiptų, 156 nelaimingi atsitikimai susiję su transporto priemonėmis ir kt. Beveik trečdalis kritimų priežastis yra paslydimai, suklupimai ar pusiausvyros netekimas, dėl gausaus sniego ir slidumo, šaltuoju metų laiku (Norlander 2015).

Statybos sektoriaus įmonėse Lietuvoje 2012-01-01 – 2013-06-31 laikotarpiu įvyko 73 sunkūs ir mirtini nelaimingi atsitikimai darbe, kurie sudaro 28,0 % (t.y. kas 3,6 įvykį) visuose šalies sektoriuose užregistruotų nelaimingų nutikimų. 2012 m. sunkūs ir mirtini nelaimingi atsitikimai darbe sudarė 26,8 %, 2013 m. - 26,1 %, o 2014 m. - 22,2 % (Nelaimingų atsitikimų darbe..2014).

Pagrindiniai veiksniai, dėl kurių patiriami sunkūs ar mirtini sužalojimai, yra kritimas iš aukščio. 2013 metais iš septynių įvykusių ir ištirtų nelaimingų atsitikimų darbe, šeši įvyko darbuotojams nukritus iš aukščio. Taip pat įvairių daiktų (mechanizmų, krovinių, įrengimų ir pan.) kritimas iš aukščio. Dėl šių dviejų veiksnių nelaimingų atsitikimų skaičius 2014 m., palyginus su 2013 m., padidėjo nuo 62,1 % iki 77,3 %. 2014 metais dėl elektros srovės poveikio įvyko 18,8 % nelaimingų atsitikimų, kai 2013 metais įvyko tik 2,2 %.

Pagrindinės priežastys, turinčios įtakos nelaimėms - formalus darbuotojų instruktavimas darbų saugos ir sveikatos klausimais, netinkamas darbo vietų įrengimas ir asmeninių bei kolektyvinių apsaugos priemonių nenaudojimas (žr. 1.1 pav. - 1.4 pav.). Valstybinės darbo inspekcijos duomenimis nelaimingi atsitikimai darbe įvyko dėl neįrengtų apsaugos priemonių nuo kritimo iš aukščio, įskaitant kritimų padaugėjimą (5,8 karto) nuo laiptų ir lipynių. Nuo 11,1 % iki 18,7 % padaugėjo NA, susijusių su privalomų darbuotojui saugos ir sveikatos norminių teisės aktų instrukcijų pažeidimais. Dažniausiai pažeidžiami Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymu nustatyti reikalavimai taip pat padaugėjo NA, įvykusių dėl reikalavimų, susijusių su „Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatų“ nesilaikymu (nuo 11,4 % iki 18,8 %) (Nelaimingų atsitikimų darbe..2014).



1.1 pav. Asmeninių ir kolektyvinių apsaugos priemonių naudojimas



1.2 pav. Asmeninių apsaugos priemonių nenaudojimas



1.3 pav. Neteisingai įrengti pastoliai



1.4 pav. Nesaugi darbo vieta aukštyje

1.2. Nelaimingų atsitikimų statybose prevencija

Per pastaruosius 20 metų buvo siekiama techninėmis, organizacinėmis ir kultūrinėmis pastangomis pagerinti darbų saugumą (sumažinti traumų skaičių darbe) daugelyje sektorių, tačiau statybos sektoriuje to pasiekti nepavyko (Ozmec 2015). Statybos projektai yra dinamiški. Jiems įtakos turi daugelis faktorių – darbuotojų kaita, oro sąlygos, didelis procentas nekvalifikuotų ir laikinų darbininkų. Statybose reikalingas kitoks požiūris siekiant nustatyti pavojus ir rizikas bei norint užtikrinti saugumą ir išvengti nelaimių (Rozenfeld 2010).

Dažniausiai netinkamam pavojingų veiksnių bei rizikos įvertinimui įtakos turi ribotos arba pervertintos turimos žinios planuojant arba vykdant darbų saugos instruktažą, taip pat ir prastai parengti darbuotojai. Siekiant užtikrinti saugų darbą, tuo reikia rūpintis per visą projekto gyvavimo ciklą. Darbų saugos planavimas susideda iš pavojingų veiksnių identifikavimo ir tinkamų apsaugos priemonių parinkimo (Zhang 2013). Planuojant darbų saugą būtina tinkamai, pagal visus reikalavimus parengti statybos darbų technologinę kortelę, kurioje būtų nurodomos pavojingos darbo vietos (Dėjus 2013).

Statybos darbų vadovams yra sudėtinga nustatyti pavojingus veiksnius statybvietyje. Anglijoje atlikto tyrimo duomenimis, tik 6,7 % darbų vadovų sugeba nustatyti visus pavojingus veiksnius, veikiančius statybos aikštelėse. Žmogaus klaidos yra viena pagrindinių priežasčių, dėl ko nutinka nelaimingi nutikimai. Klaidos gali atsirasti dėl neapdairumo, nerūpestingumo ar žinių bei patirties trūkumo. Daugybė tyrimų parodė, kad pavojingų veiksnių ir rizikos nustatymo įgūdžius galima patobulinti treniruojantis (Perlman 2014).

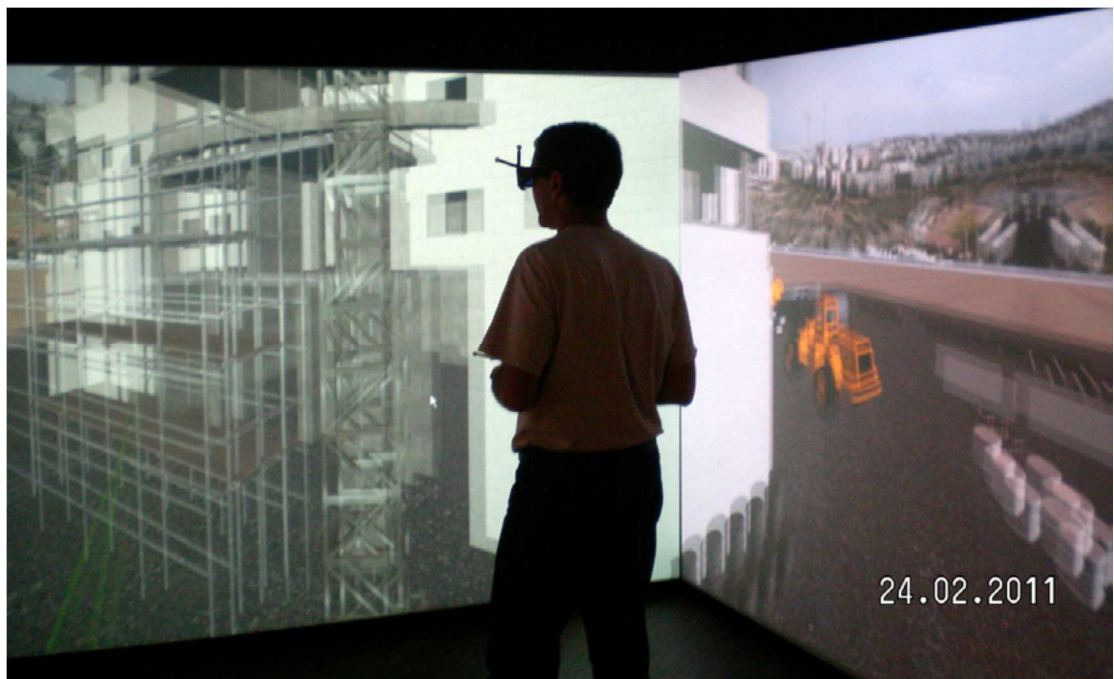
Dažniausiai statybose aikštelėse atliekamas tik formalūs darbininkų mokymai. Rimčiau apie darbų saugą pradedama pasakoti tik, kai iškyla rimta grėsmė nelaimei įvykti arba kai ji įvyksta. Kaip ir visur, statybos objektuose dirbantys darbininkai patirties gali įgyti tik nuolatos vykdant tinkamus mokymus.

R. Saksas atliko tyrimą, kurio metu tyrė hipotezę, kad darbininkų mokymai taikant virtualiąją realybę yra efektyvesni nei tradiciniai įprasti mokymai. Šiuose mokymuose dalyvavo 66 darbininkai. Pusė tyrime dalyvavusių darbininkų buvo instruktuojami tradiciniais būdais, o kita pusė – naudojant naujas trijų dimensijų virtualiosios realybės technologijas (žr. 1.5 pav. ir 1.6 pav.), t.y. naudojamas virtualus statybos aikštelės vaizdas (Sacks 2013).

Atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad virtualiosios realybės betonavimo darbų saugos mokyme dalyvavę darbininkai darbų saugos testus išlaikė geriau, nei tie, kurie dalyvavo tradiciniuose mokymuose. Vykdant mokymus, kai matoma virtuali statybvietyje, darbininkai gali labiau susikoncentruoti į nagrinėjamus klausimus, taip pat įsitraukti ir lengviau suprasti mokymų medžiagą (Sacks 2013).



1.5 pav. Virtualūs mokymai (Sacks 2013)



1.6 pav. Virtuali statybos aikštelė (Perlman 2014)

Naudojantis virtualiąja statybos aikšte galima aptarti aktualias statybininkams temas, t.y. kokių eiliškumu reikia atlikti darbus, kaip teisingai atlikti vienokius ar kitokius darbus. Taip pat daugiau dėmesio galima skirti pavojingiems veiksniams (darbo vietoms).

Didelę įtaką darbininkams turi ir tai kaip darbų vadovai ar meistrai žiūri į darbų saugą (Dingsdag 2008). Nepaisant to, kad darbų vadovai geriau nusimano darbų saugos klausimais už darbininkus, retai kada jiems duoda pastabas dėl nesaugaus darbo (Hung 2011). P.Kinesas savo tyrime nustatė, kad kiekvieną dieną meistras bendraujant su darbininkais darbų saugos klausimais

ar tiesiog jiems primenant apie tai (pvz., betonuojant dėvėti apsauginius akinius) saugumo lygis padidėjo 70 %.

Statybų projektai vykdomi taip, kad darbai būtų baigti laiku, kokybiškai ir neviršijant biudžeto. Kai darbininkai yra orientuoti į atlikto darbo kiekį, padidėja pavojaus rizika, nes darbus stengiamasi atlikti greičiau nekreipiant dėmesio į saugą (Leung 2012). Todėl šiuo atveju ypač svarbu, kad nuolatos vyktų komunikavimas tarp vadovų meistrų bei brigadų (Kines 2010).

1.3. Darbų saugos gerinimas taikant darbų saugos valdymo programą

Šios programos tikslas - pagerinti bei padidinti darbuotojų suvokimą, požiūrį ir atsakomybę apie darbų saugą. Taip pat siekti sumažinti keturių pagrindinių, nelaimingų nutikimų, priežasčių skaičių.

Programą sudaro trys pagrindiniai elementai, kurių negalima pažeisti:

1. darbuotojai nuolatos privalo dėvėti apsauginius akinius, išskyrus pertraukas ir, kai nėra pavojingų veiksnių;
2. dalyvauti kasdieniniuose pasitarimuose;
3. nepažeisti 20 neginčijamų, nesaugaus elgesio pažeidimų, susijusių su keturiomis pagrindinėmis priežastimis, taisyklių. Kiekvienam veiksmui numatytos penkios neginčijamos taisyklės (Chen 2015). Pavyzdžiui, jei darbai atliekami didesniame nei 1,3 m. aukštyje, nenaudojant jokių apsaugos priemonių, tai reiškia, kad buvo pažeista viena iš penkių neginčijamų taisyklių.

Pirmą kartą pažeidęs saugos taisykles darbuotojas tą pačią dieną pašalinamas iš objekto, kitą dieną jis gali sugrįžti ir tęsti darbus. Jei tas pats generalinio rangovo darbuotojas nusižengia antrą kartą, jis pašalinamas iš objekto 30 dienų ir jam nemokamas atlyginimas. Tačiau jei antrą kartą nusižengia subrangovo darbuotojas, jam neleidžiama dirbti vienerius metus generalinio rangovo vykdomuose projektuose (Chen 2015).

Q. Chenas ir R. Jinas (Chen, Jin 2012) savo darbe nustatė, kad tokia programa turėjo didelės įtakos generalinio rangovo darbuotojams, sumažėjo nelaimingų atsitikimų bei darbų saugos pažeidimų skaičius. Tačiau tokia programa subrangovams neturėjo tokio poveikio.

1.4. Darbų saugos gerinimas naudojant BIM

Siekiant išvengti nelaimingų atsitikimų statybų aikštelėje reikia įvertinti visu galimus veiksmus, jau ankstyvoje projektavimo stadijoje. Darbus, kurie reikalauja didesnio saugumo, reikėtų numatyti kaip kritinius ir tai pažymėti kalendoriniame darbų vykdymo grafike (Benjaoran 2010). Projektuojant pastatus ir naudojantis 3D realiais modeliais galima įvertinti pavojingiausias aikštelės vietas (mechanizmų judėjimą, galimas susidūrimo su konstrukcijomis vietas) (Gou 2014).

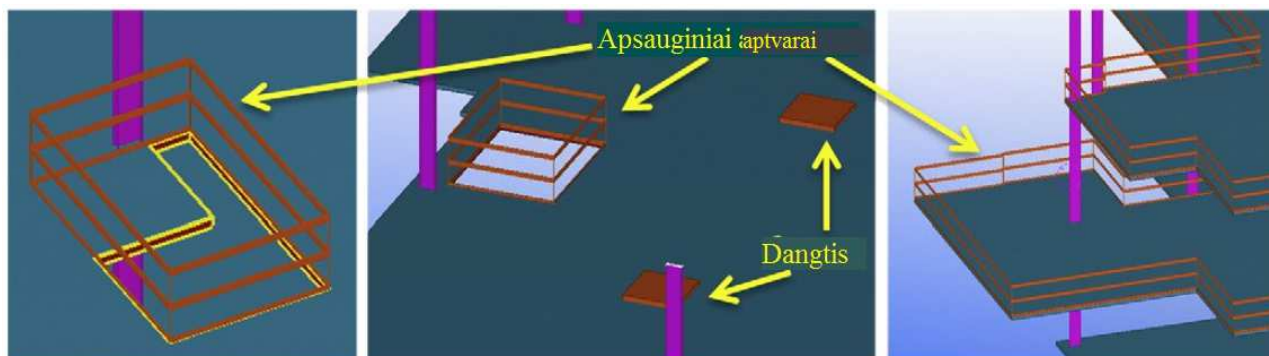
Naudojant projekto realius brėžinius galima išvengti nesusipratimų, pasiruošti darbams, sudaryti saugumo planą. Naudojant 3D modelius darbų saugos koordinatoriams bei rangovams lengviau įvertinti pavojingas darbo vietas (Park 2013).

Planuojant darbų saugą galima pasinaudoti ir naujosiomis technologijomis, pvz., statinio informaciniu modeliavimu (ang. Building information modeling, BIM). Didžiojoje Britanijoje siekiama, kad nuo 2016 metų visi projektai būtų įgyvendinami taikant BIM. Naudojant modelį bus galima sumažinti išlaidas iki 20 %, taip pat padidės darbų saugos lygis (BIM and health...2015).

Naudojant BIM galima automatiškai nustatyti ir pašalinti pavojingus, veiksnius veikiančius statybose. Tai paremta tuo, kad statybvieta keičiasi kiekvieną dieną, pašalinus vienas saugumo problemas atsiranda naujos. Naudojantis atvirąja taikomąja programavimo sąsaja į BIM programinę įrangą galima įdiegti automatizuotą taisyklių tikrinimo sistemą (Zhang 2015).

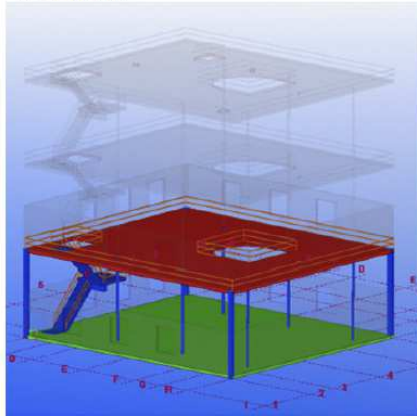
Darbų saugos užtikrinimas naudojantis BIM (Zhang 2013) :

- a) sukurtas pastato modelis automatiškai nuskaitomas ir išskiriamos visos angos, esančios sienose ir perdangose, taip pat pažymimi perdangų kraštai;
- b) pažymima, kur turi būti įrengti apsauginiai aptvarai (žr. 1.7 pav.);
- c) apskaičiuojama, kokių apsaugos priemonių reikės ir kiek tai kainuos;
- d) pateikiamas kalendorinis grafikas, kada ir kokios apsaugos priemonės turi būti įrengtos;
- e) sukuriama modelis, kad būtų paprasčiau įsivaizduoti, kur ir kada turi būti įrengtos apsaugos priemonės (žr. 1.8 pav.).

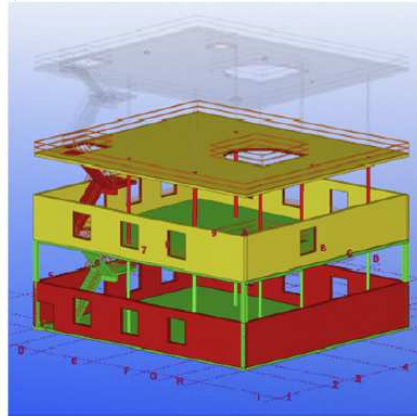


1.7 pav. Modelyje pažymėtos apsauginių aptvarų vietos (Zhang 2013)

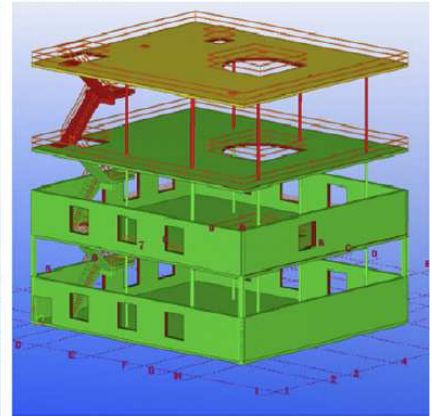
a) 8 savaitė



b) 10 savaitė

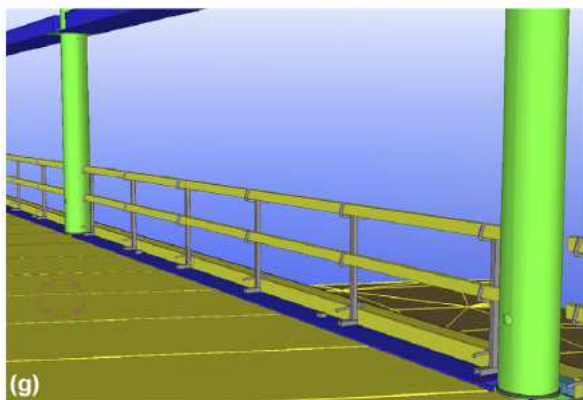
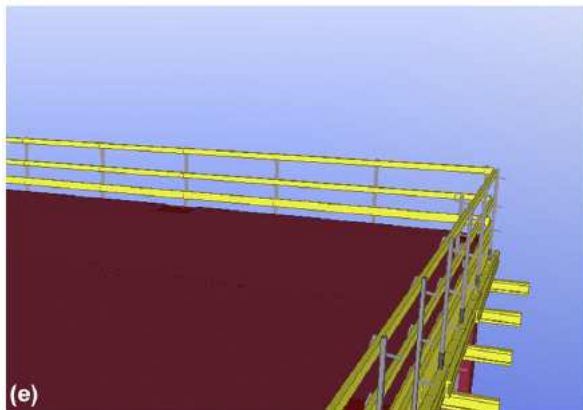


c) 12 savaitė



oranžine spalva pažymėti apsauginiai aptvarai, kuriuos reikės įrengti, žaliai žymimi atlikti darbai, mėlynai - dabar vykdomi darbai, raudonai - darbai, kurie bus vykdomi po savaitės, raudona - darbai, kurie bus vykdomi po dviejų savaitių (Zhanget *al.* 2013)

1.8 pav. Pastato modelis susietas su kalendoriniu grafiku (Zhanget *al.* 2013)



1.9 pav. Modelio ir aikštelės palyginimas (Zhang 2015)

2. KRITIMO IŠ AUKŠČIO STATISTINĖ DUOMENŲ ANALIZĖ

Tiek Lietuvoje, tiek užsienio šalyse daugiausia nelaimingų nutikimų įvyksta, kai darbai atliekami aukštyje. Darbe analizuojami 90 nelaimingų nutikimų (kritimų iš aukščio) duomenys (žr. 2.1 lentelę). Nagrinėjami 2004–2012 metais įvykę nelaimingi nutikimai. Pagal turimus duomenis nustatomas rizikingiausias aukštis, pavojingiausios darbo valandos, dienos, mėnesiai ir kt.

2.1 lentelė. 90 nelaimingų atsitikimų duomenys

Eil. Nr.	Kritimo aukštis, m	Nelaimės data	Laikas	Sužalojimo laipsnis	Nukrito	Priežastis	AAP	Tyrimo metai
1	1,5	2010.03.21	12:30	1m	nuo kopėčių	42.1	Ne	2012
2	10,25	2011.06.22	11:00	1s	nuo pastolių	37.1 37.2	Ne	
3	10	2011.05.25	09:15	1s	atsikabinus pastoliams	37.1	Ne	
4	3,4	2011.11.11	15:00	1m	montuojant pastolius	37.1	Ne	
5	3,5	2012.01.10	14:20	1s	einant remontine laiptine	37.1	Ne	
6	7	2011.08.08	10:45	1s	kartu su perdanga	33.1 43.1	Ne	
7	4,7	2011.10.24	11:30	1m	kartu su stogo šiferiu	43.1 46.2	Ne	
8	6	2012.08.25	16:10	1m	demontuojant pastolius	37.1 37.2	Taip	
9	2,5	2012.06.15	14:05	1s	kartu su pastoliais	N/A	Ne	
10	7	2010.12.09	10:31	1s	kartu su pastoliais	37.1 37.2	Ne	2011
11	0,6	2010.12.10	11:01	1s	pavažiavo mobilūs pastoliai	Iki 1,3 m	Ne	
12	2,75	2008.10.06	14:01	1s	su klojinių skydu	37.1 37.2	Ne	
13	5,01	2011.06.18	07:31	1m	nuo stogo	37.1 37.2	Ne	
14	1,01	2009.05.27	14:01	1m	nuo oželio	Iki 1,3m	Ne	
15	5	2008.06.13	10:01	1m	iš aukščio	37.1 37.2	Ne	
16	6,01	2010.09.08	14:01	1s	paslydo ant šlaitinio stogo	37.1 37.2	Ne	
17	9,5	2011.06.29	08:02	1m	nuo stogo	37.1 37.2	Taip	
18	8,31	2010.11.16	08:45	1s	su konstrukcija	44.2 37.1	Ne	
20	4,2	2010.08.17	10:21	1s	nuo pastolių	37.1 37.2	Ne	
21	6,2	2009.05.11	11:01	1s	nuo žirklinio keltuvo	37.1 37.2	Ne	

2.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Kritimo aukštis, m	Nelaimės data	Laikas	Sužalojimo laipsnis	Nukrito	Priežastis	AAP	Tyrimo metai
22	2,5	2007.04.17	16:41	1s	sulūžus perkrautiems klotiniams	DT 30 p.	Ne	2010
23	3,5	2007.05.24	09:01	1s	kartu su konstrukcija	37.1 37.2	Ne	
24	11	2009.09.13	09:01	1m	kartu su konstrukcija	37	Taip	
25	11	2008.03.28	15:31	1m	kloj skydo konsolė	37	Ne	
26	2	2009.12.14	09:31	1s	paslydo ant plokščių	DT 25 37.1 37.2	Ne	
27	5	2008.11.25	12:31	1s	suiro inkarinis mazgas	DT73 37.2	Ne	
28	5	2008.06.09	12:01	1s	su žirkliniu keltu	N/A	Ne	2009
29	3	2010.04.13	12:05	1s	nuo pastolių	33.1	Taip	
30	3	2010.09.17	09:31	1s	nužengė nuo neaptvertų pastolių	37.1 37.2	Ne	
31	9,8	2008.08.25	14:31	1s	per angą denginyje	37.1 37.2	Ne	
32	2	2008.03.15	13:41	1s,1l	krito su pastoliais	59.2 58.2	Ne	
33	10	2008.06.11	08:31	1m	paskui mestas lentas	37.1 37.2	Ne	
34	3	2008.02.26	11:41	1s	lipo pastolių išorine dalimi	37.1 37.2	Ne	
35	2	2008.07.11	14:15	1m	įrengiant pastoliu	37.1 37.2	Ne	
36	4,6	2008.11.28	09:01	1s	nuo laiptų	N/A	Ne	
37	1,2	2006.01.06	16:01	1s	nuo oželio	Iki 1,3	Ne	
38	2	2008.07.21	11:04	1s	nuo kopėčių	43	Ne	2008
39	0,75	2007.08.10	10:31	1s	nuo paaukštinimo priemonės	2.12	Ne	
40	6	2006.06.11	10:01	1s	per neaptvertą angą perdangoje	37.1 37.2	Ne	
41	36	2006.10.19	12:05	1m	įrengiant pastato, lifto šachtą	37.1 37.2	Ne	
42	5,5	2007.01.11	11:41	1s	neaptvertų pastolių	37.1	Ne	
43	3	2006.10.25	14:01	1s	nuo įrengiamų pastolių	37.1 37.2	Ne	
44	3	2006.12.18	15:21	1s	per angą perdangoje	37.1 37.2	Ne	
45	11	2006.10.12	16:21	1s	iš balkono	37.1 37.2	Taip	

2.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Kritimo aukštis, m	Nelaimės data	Laikas	Sužalojimo laipsnis	Nukrito	Priežastis	AAP	Tyrimo metai
46	5	2007.09.14	16:01	2s	suirus klotiniams	37.1 37.2	Ne	2008
47	3	2006.11.06	12:01	1s	nuo pastolių	37.1 37.2	Ne	
48	22	2006.10.02	09:41	1m	nuo šlaitinio stogo	37.1 37.2	Ne	
49	6,5	2006.06.06	08:00	1s	nuo pastolių	58.1 58.2	Ne	
50	11	2008.02.20	15:01	1m	nuo ardamos konstrukcijos	73 67.1	Ne	
51	2	2006.12.01	09:01	1s	nuo pastolių	35 58.2	Taip	
52	1,7	2006.08.10	16:45	1s	nustūmė krano dėžę	64.1 58.1 58.2	Ne	
53	2	2006.11.14	14:51	1s	nuo pastolių	62	Ne	
54	7	2006.11.28	15:01	1m	su keltuvu	117.11	Ne	
55	9,5	2006.10.25	14:01	1m	keičiant stogą įlūžo šiferis	4.73.1 4.73.2	Ne	
56	1,05	2007.07.07	12:21	1l	nuo laiptų	N/A	Ne	
57	4	2007.03.20	15:31	1m	kartu su kopėčiomis	43.1 43.2 58.2	Ne	
58	4,8	2007.05.03	14:01	2s	virto pastoliais	N/A	Ne	
59	4,7	2006.12.12	15:01	1m	per angą perdangoje	37.1 37.2	Ne	
60	12	2007.02.28	13:31	1m	nuo perdangos	37.1 37.2	Ne	
61	1,9	2007.01.10	12:31	1s	nuo pastolių, paskui i mestą padėklą	37	Ne	
62	19	2008.06.03	13:05	1m	nuo denginio	37 67.1	Taip	
63	15	2006.12.13	12:01	1m	į šachtą	DT 29 p.	Ne	
64	9	2007.05.21	16:01	1m	nuo pastolių	DT 62 p.	Ne	
65	3	2004.03.09	10:45	1s 2l	su klojiniais	N/A	Ne	
66	2	2008.03.15	13:41	1s1l	Nuo pastolių	59.2 58.2	Ne	
67	2	2007.06.13	09:51	1l	į tranšėją nuo lentos	DT 21 p.	Ne	
68	3	2007.05.09	14:11	1l	nuo pastolių	37 46	Taip	
69	18	2007.05.29	13:21	1m	kartu su ardoma konstrukcija	37	Ne	
70	2,7	2006.12.13	06:01	1s	nužengė nuo aikštelės	37 DT 27 p.	Ne	

2.1 lentelės pabaiga

Eil. Nr.	Kritimo aukštis, m	Nelaimės data	Laikas	Sužalojimo laipsnis	Nukrito	Priežastis	AAP	Tyrimo metai
71	2,2	2006.08.29	12:31	1s	nuo stogelio	DT 73 p.	Ne	2007
72	1,17	2006.01.06	16:01		nuo staliuko	N/A	Ne	
73	19,5	2006.09.11	14:11	1s	nužengė į lifto šachtą	29.4	Ne	
74	2	2006.05.09	14:31	1s	įrengiant pastolius	4.1.4	Ne	
75	1,5	2006.04.24	09:31	1s	nuo pristatomų kopėčių	DT 43 p.	Ne	
76	3,5	2005.09.27	13:31	1s	įrengiant stogo konstrukcijas	67.1 67.2	Ne	
77	5,2	2006.07.14	11:01	1s	paskui mestą radiatorių	37	Ne	
78	2	2006.05.31	13:51	1s	nuo kopėčių	DT 43 p	Ne	
79	3	2006.06.12	14:01	1m	nuo kopėčių	DT 43 p.	Ne	
80	2,5	2006.05.04	10:01	1s	nuo kopėčių	DT 73 p.	Ne	
81	12	2006.04.27	07:21	1s	nuo stogo	37	Ne	
82	2,2	2006.07.03	09:15	1s	nuo pastolių	37	Ne	
83	3,7	2006.08.18	11:01	1s	nuo keltuvo	37	Taip	
84	9	2005.10.12	16:31	1m	iš balkono	37	Ne	
85	9	2006.03.21	11:01	1s	iš balkono	37	Taip	
86	1,9	2006.08.10	09:45	1l	nuo pastolių	37	Ne	
87	11	2005.07.29	11:31	1m	nuopastolių	DT 27 p. DT 43 p.	Ne	
88	2	2006.08.02	14:31	1s	nuo kopėčių	37	Ne	
89	3	2006.07.13	09:51	3l	nuo klotinio	37.2	Ne	
90	2,1	2006.10.02	14:31	1l	nuo pastolių	37	Ne	

čia l - lengvas sužalojimas, s - sunkus sužalojimas, m - mirtinas sužalojimas.

Buvo pažeisti tokie „Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai“ (2008):

- 33.1 p. Kilnojamosios arba stacionarios darbo vietos, neatsižvelgiant į tai, kokiame aukštyje ar gylyje jos įrengtos, turi būti tvirtos ir stabilios; be to, jas įrengiant būtina atsižvelgti į darbuotojų skaičių, galimą didžiausią apkrovą ir jos pasiskirstymą, galimus išorinius poveikius. Jei atraminės ir kitos šių darbo vietų dalys yra nestabilios, jų stabilumas turi būti užtikrinamas patikimais ir saugiais tvirtinimo įrenginiais, kad būtų išvengta atsitiktinės arba savaiminės visos darbo vietos arba jos dalies slinkties.
- 37.1 p. Nuo kritimo iš aukščio darbuotojus būtina apsaugoti atramomis, reikiamo aukščio ir tvirtais aptvarais su rankiniais turėklais, tarpine sija ir grindjuoste arba apsaugai būtina naudoti kitas lygiavertes priemones.

- 37.2 p. Darbai aukštyje turi būti atliekami tik naudojant tinkamus įrenginius arba kolektyvines apsaugos priemones, tokias kaip aptvarus, platformas arba apsauginius tinklus ir kitas priemones. Jei dėl darbo pobūdžio tokių įrenginių naudoti negalima, turi būti įrengtos reikiamos priėjimo prie darbo vietos priemonės ir naudojami saugos diržai arba taikomi kiti tvirtinimo metodai.
- 38.2 p. Darbo platformos, pakylės ir pastolių kopėčios turi būti suprojektuotos ir sumontuotos tokio dydžio, laikomos ir naudojamos taip, kad patikimai saugotų darbuotojus nuo kritimo arba nuo krintančių daiktų.
- 42.1 p. Dirbant iškasose (tranšėjose), šuliniuose, požemiuose arba tuneliuose, turima imtis reikiamų saugos priemonių, kurios užtikrintų ramsčių, klojinių, šlaitų ir pylimų patikimumą.
- 43.1 p. Jei pastato arba statinio griovimas gali sukelti pavojų, turi būti imtasi tinkamų atsargumo priemonių ir saugių darbo metodų bei tvarkos.
- 44.2 p. Būtina imtis apsaugos priemonių, kad laikinas konstrukcijų netvirtumas arba nestabilumas nesukeltų pavojaus darbuotojams.
- 46.1 p. Jeigu gresia pavojus nukristi nuo stogo arba jeigu stogo aukštis ar nuolydis viršija norminių teisės aktų nustatytus dydžius, turi būti įrengtos kolektyvinės apsaugos priemonės, kad būtų išvengta darbuotojų, darbo priemonių ar kitų daiktų ir medžiagų kritimo.
- 46.2 p. Jeigu darbuotojas turi dirbti ant arba arti stogo ar kito paviršiaus, pagaminto iš trapių medžiagų, kurios gali įlūžti ar kitaip suirti, būtina imtis atsargumo priemonių, kad darbininkas netyčia neužliptų ant trapios medžiagos arba nenukristų ant žemės.

Buvo pažeisti tokie saugos ir sveikatos taisyklių statybose DT 5 - 00 punktai (2000):

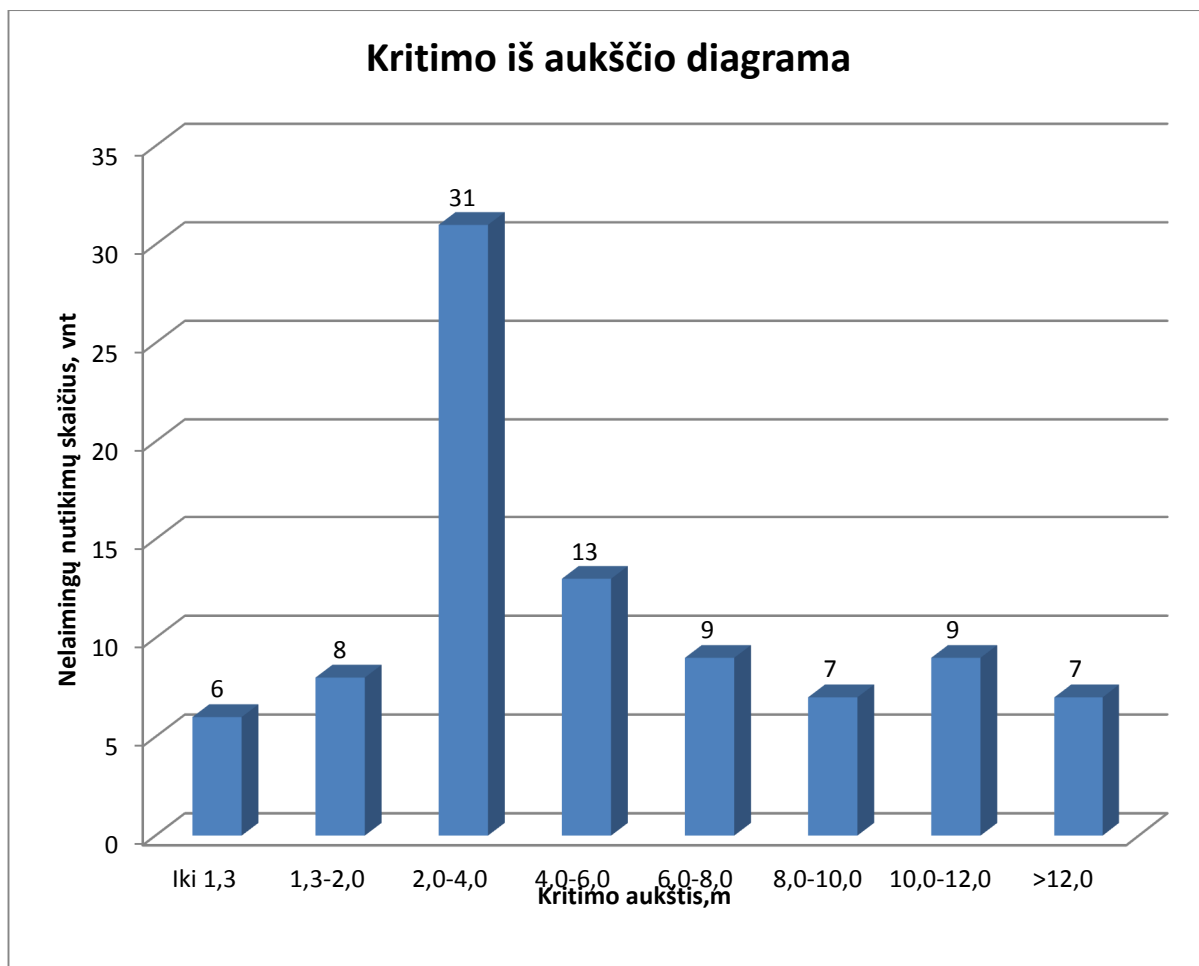
- 21 p. Vykdamas žemės darbus gyvenviečių ar veikiančių įmonių teritorijoje, duobės, tranšėjos ir kitos iškasos tose vietose, kur vyksta transporto ar pėsčiųjų judėjimas, turi būti aptvertos pagal šių Taisyklių 20 punkto reikalavimus.
- 25 p. Transporto ir pėsčiųjų judėjimo keliai, priėjimai prie darbo vietų ir darbo vietos turi būti reikiamai prižiūrimi, valomi nuo šiukšlių ir sniego, neužkraunami sandėliuojamomis medžiagomis, konstrukcijomis.
- 27 p. Priemonės darbo vietai paaugštinti (pastoliai, kopėčios ir kitos) ir jų naudojimas turi atitikti standartų reikalavimus. Pastoliai, klojiniai ir paklotas turi būti apskaičiuoti galimai didžiausiai apkrovai, atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį ir faktines apkrovas.
- 29 p. Sumontavus pastolius ir paklotus, būtina patikrinti: pastolių stabilumą užtikrinančių atskirų elementų sujungimus ir tvirtinimus, statramsčių vertikalumą, atraminių aikštelių patikimumą, metalinių pastolių įžeminimą.

- 30 p. Pagalbinę technologinę įrangą veikiančios apkrovos neturi viršyti apskaičiuotų projektinių ar gamintojo instrukcijose nurodytų dydžių. Jei ant pastolių paklotų būtina uždėti papildomas apkrovas, pastolių konstrukcija turi būti apskaičiuota ir patikrinta toms apkrovoms.
- 35p. Atstumas tarp statomo pastato sienos ir pastolių pakloto neturi viršyti 50 mm, kai atliekami mūro darbai, ir 150 mm - apdailos darbai.
- 43 p. Pristatomų kopėčių matmenys turi būti tokie, kad darbuotojas galėtų dirbti stovėdamas ant pakopos, esančios ne mažesniu kaip 1 m atstumu iki kopėčių viršaus. Leidžiama naudoti ne ilgesnes kaip 5 m pristatomas medines kopėčias. Dirbant ant pristatomų kopėčių aukščiau kaip 1,3 m, reikia naudoti saugos diržą, pritvirtintą prie pastato konstrukcijos arba kopėčių, jeigu šios patikimai pritvirtintos prie pastato konstrukcijos.
- 62 p. Mūrijant sienas, žemesnes kaip 0,7 m nuo perdangos paviršiaus, ir esant didesniai kaip 1,3 m aukščiui už sienos iki žemės (perdangos) paviršiaus, būtina naudoti kolektyvines saugos priemones (aptvarus, tinklus ar kitas priemones).
- Pastoliai, klojiniai ir paklotas turi būti apskaičiuoti galimai didžiausiai apkrovai, atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį ir faktines apkrovas.
- 73 p. Atliekant darbus ant stogų, aukštesnių kaip 1,3 m arba kurių nuolydis didesnis kaip 20°, kad būtų išvengta darbuotojų arba darbo priemonių bei statybinių medžiagų kritimo, turi būti įrengtos kolektyvinės saugos priemonės, o darbuotojai aprūpinti reikiamomis apsauginėmis priemonėmis.
- 74 p. Kai stogo nuolydis didesnis kaip 20° arba stogas ar kitas paviršius yra pagamintas iš trapios medžiagos, galinčios lūžti ar kitaip suirti ir darbuotojas gali nukristi, turi būti įrengiami ne siauresni kaip 0,3 m pritvirtinti trapai darbuotojui atsistoti.

Taip pat buvo pažeistas darbo įrenginių naudojimo bendrųjų nuostatų (1999), 1 priedo, 2.12 p. Darbo įrenginys gali būti panaudotas tik tiems veiksams (darbams) ir tokiomis sąlygomis, kuriems jis yra skirtas ir pritaikytas.

2.1. Rizikingiausias aukštis

Nagrinėjama 90 kritimo iš skirtingo aukščio, atvejų. Sudaroma diagrama (žr. 2.1 pav.), siekiant nustatyti, koks yra rizikingiausias aukštis, t.y. iš kokio aukščio dažniausiai krintama.



2.1 pav. Kritimo iš aukščio diagrama

Iš diagramos matyti, kad dažniausiai (31 atvejis) darbininkai krito iš 2,0–4,0 metrų aukščio. 13 atvejų nelaimingi nutikimai įvyko, kai darbininkai nukrito iš 4,0–6,0 metrų aukščio. Šešiais atvejais nelaimė nutiko darbininkams dirbant mažesniame nei 1,3 metro aukštyje.

Galima daryti išvadą, kad darbininkai dirbdami 2,0–4,0 metrų aukštyje nenaudoja jokių apsaugos priemonių arba jas naudoja ne taip, kaip turėtų, manydami, kad toks aukštis nėra pavojingas.

2.2. Asmeninių apsaugos priemonių naudojimas ir sužalojimo laipsnis

Pagal turimus duomenis galima daryti išvadą, kad didelė ir opi problema yra asmeninių apsaugos priemonių naudojimas. Iš nagrinėjamų įvykių tik dešimčia atvejų buvo naudojamos asmeninės apsaugos priemonės, t.y. įvairūs apraišai ar diržai. Tačiau iš tų 10 atvejų 5 nelaimės baigėsi mirtimi ir 5 atvejais darbininkai buvo sunkiai sužaloti. Todėl galima teigti, kad darbininkai tinkamai nesinaudojo asmeninėmis apsaugos priemonėmis, o tie, kurie dėvėjo apraišus, tai darė netinkamai.

Nors buvo tiriama 90 atvejų, tačiau susižalojo 98 darbininkai, t.y. kai kuriais atvejais vieno nelaimingo nutikimo metu nukentėjo daugiau nei vienas darbininkas. Net 57 darbininkai patyrė sunkius sužalojimus, 27 - mirtinus ir tik 12 darbininkų atsipirko lengvais sužalojimais (žr. 2.2 pav.).

2.3 pav. pateikiama sužalojimo laipsnio nuo kritimo tipo diagrama. Krisdami nuo pastolių 3 darbininkai patyrė lengvas traumas, 14 darbininkų - sunkias, o 6 darbininkai mirė.

Šeši darbininkai susižalojo sunkiai, o vienas darbininkas mirė nukritęs kartu su pastoliais.

Krisdami per angą perdangoje 4 darbininkai patyrė sunkias traumas, o vienas darbininkas mirė.

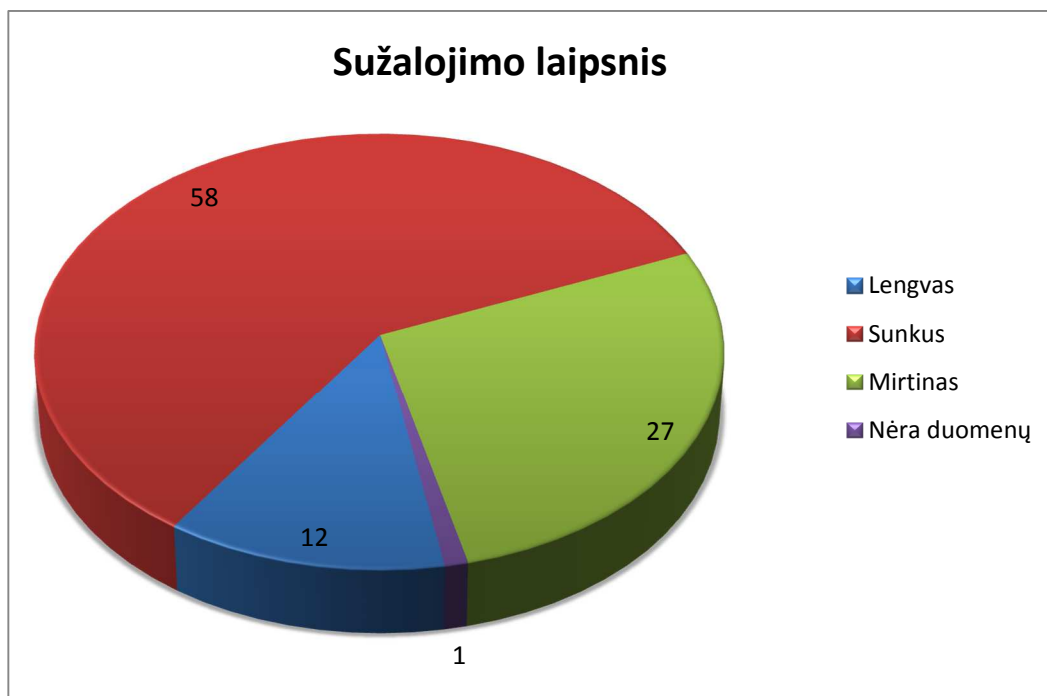
Krisdami su konstrukcija 7 darbininkai patyrė lengvas traumas, 12 – sunkias, o 4 darbininkai mirė.

Krisdami iš aukščio vienas darbininkas susižalojo lengvai, 11 – sunkiai, o šeši mirė.

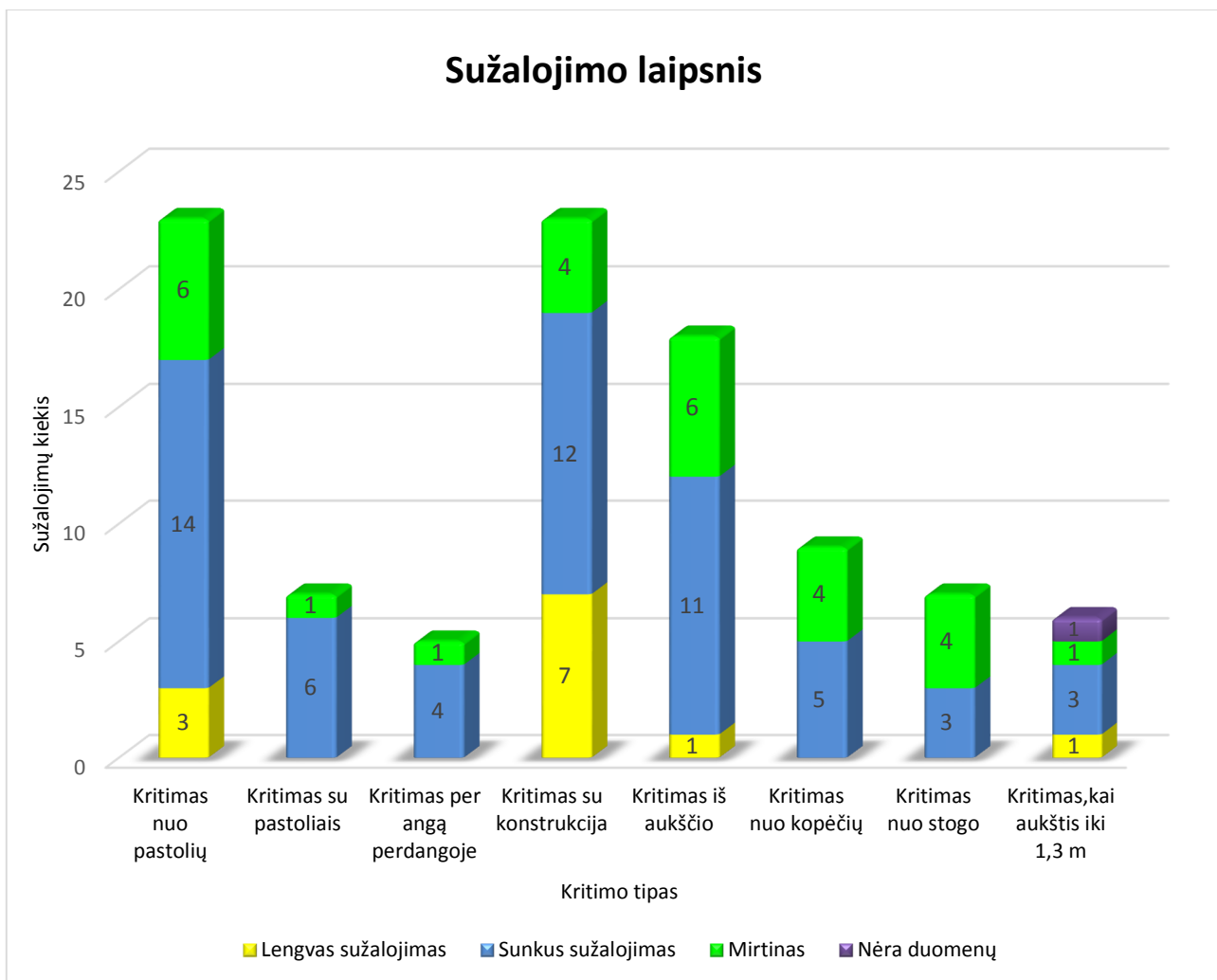
Penki darbininkai krisdami nuo kopėčių susižalojo lengvai, o 4 patyrė mirtinas traumas.

Trys darbininkai nukritę nuo stogo patyrė sunkius sužalojimus, o keturi darbininkai mirė.

Darbininkai, kurie dirbo iki 1,3 metro aukštyje, krisdami patyrė lengvus sužalojimus (1 darbininkas), trys darbininkai patyrė sunkias traumas, vienas darbininkas mirė ir dar vieno darbininko sužalojimo laipsnis nėra žinomas



2.2 pav. Sužalojimo laipsnis

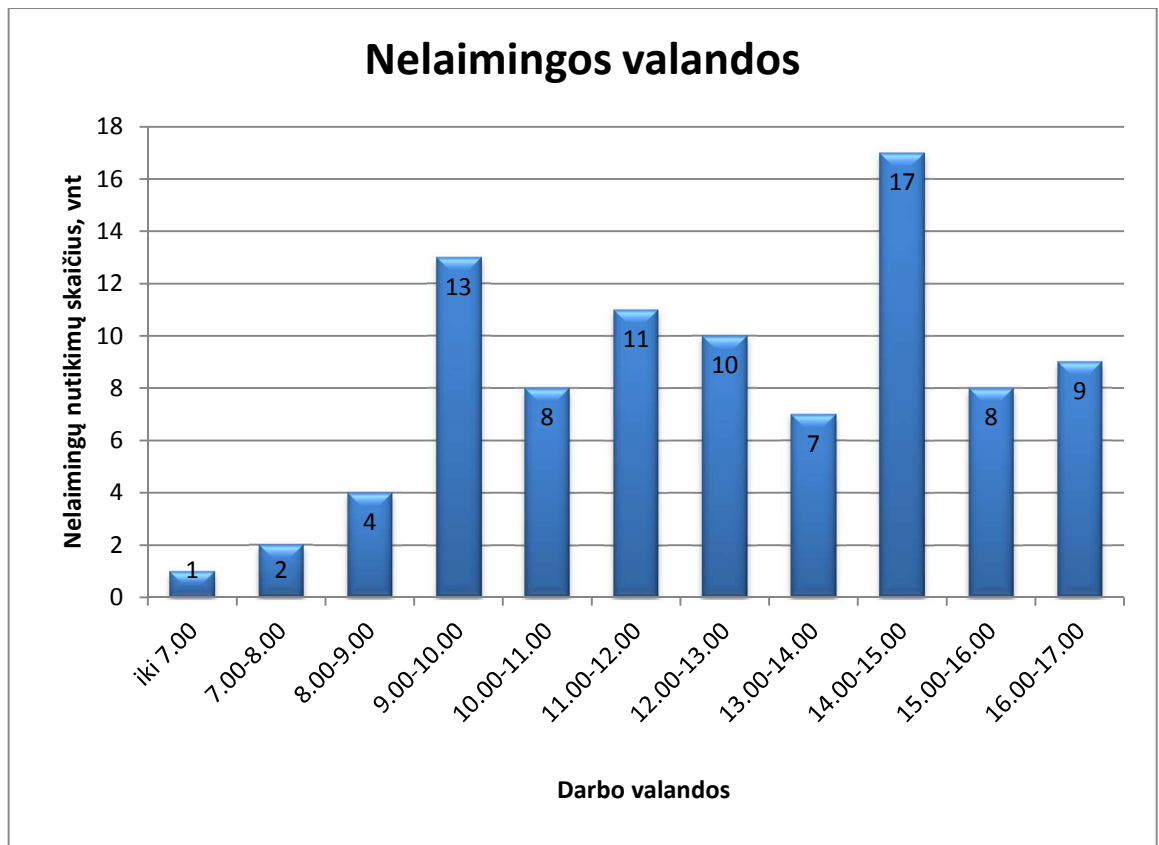


2.3 pav. Sužalojimo laipsnis, priklausomai nuo kritimo tipo

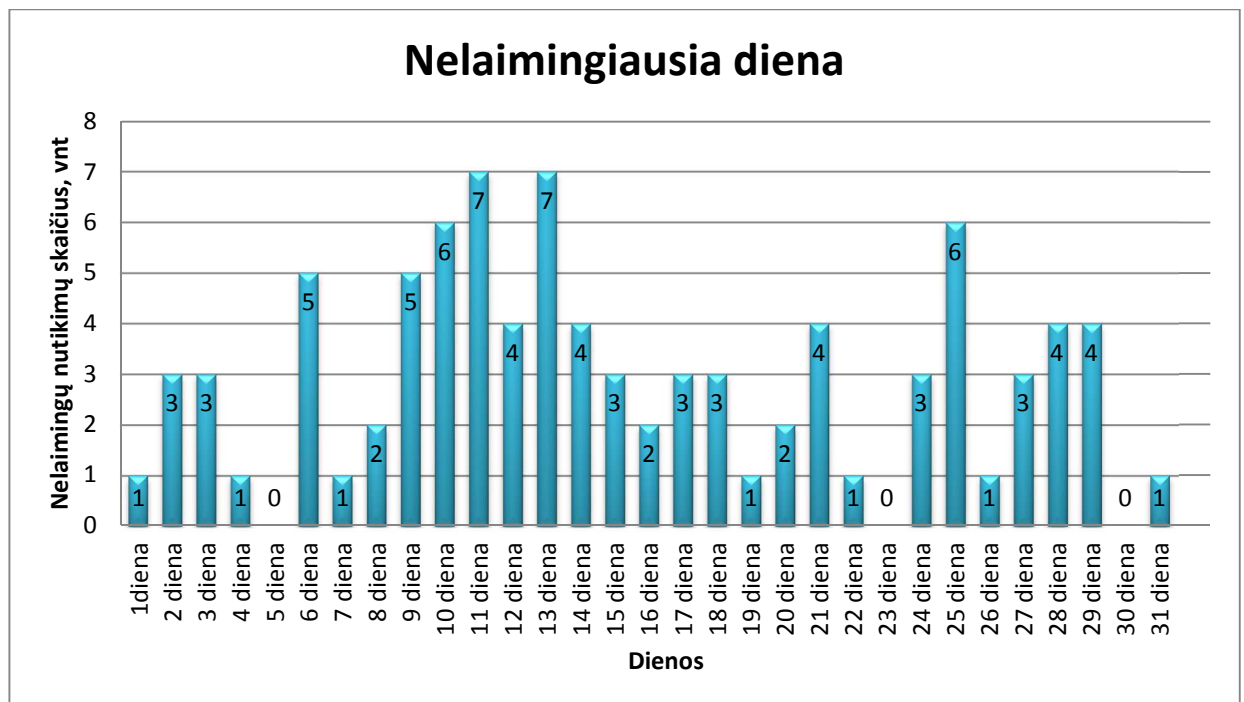
2. 3. Nelaimingiausios valandos, dienos ir mėnesio nustatymas

Nelaimingiems nutikimams įtakos gali turėti darbo valandos, mėnesio diena ar mėnesis. Pagal turimus duomenis nustatomos pavojingiausios darbo valandos (žr. 2.4 pav.), dienos (žr. 2.5 pav), mėnesis (žr. 2.6 pav.).

Daugumoje statybiečių pirma pamaina pradeda darbus apie 6 val. ryto, o baigia apie 15 val. Kaip matyti iš diagramos (žr. 2.4 pav.), net 17 atvejų nelaimingi nutikimai įvyko tarp 14–15 val., dėl to galima daryti išvadą, kad darbininkų atsargumas sumažėja baigiantis darbo dienai, nes visi nori kuo greičiau pabaigti darbus. Kitos nelaimingos valandos yra apie pietus, t.y. 11-12 val. ir 12-13 val., šiomis valandomis atitinkamai įvyko 11 ir 10 nelaimingų nutikimų. Žinoma, mažiausiai nelaimių įvyko iš ryto.



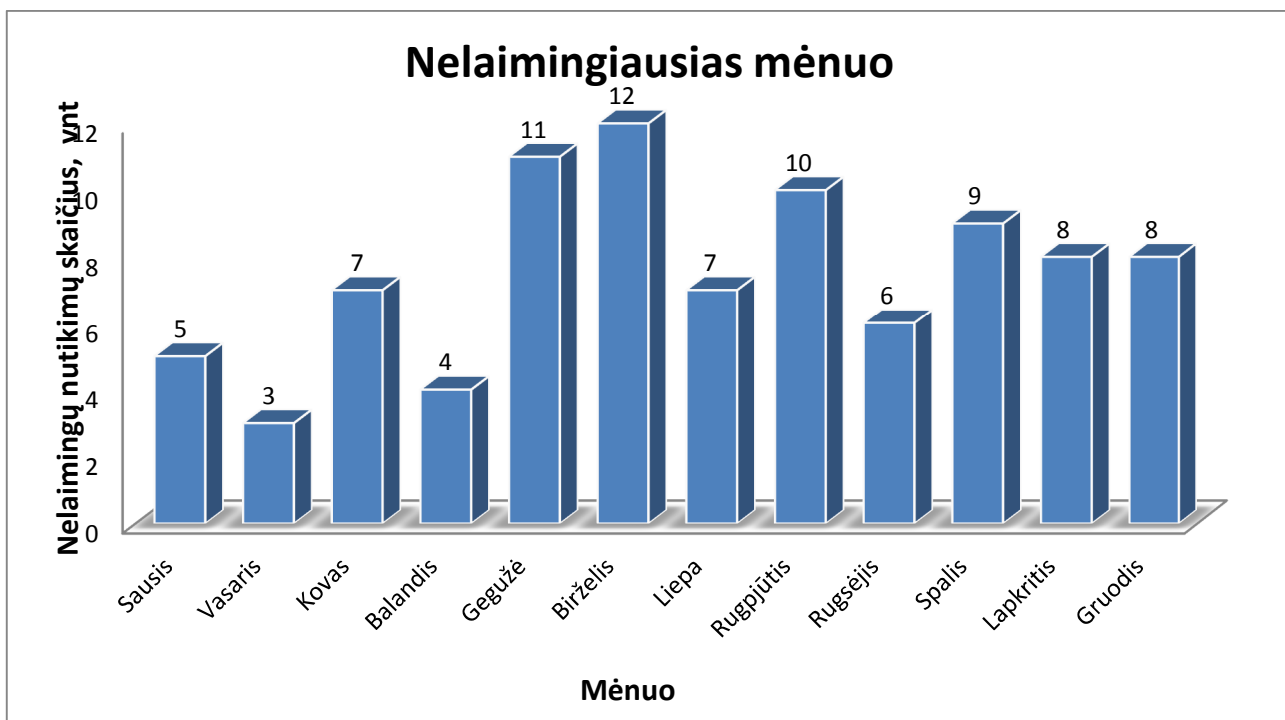
2.4 pav. Nelaimingos valandos



2.5 pav. Nelaimingiausia mėnesio diena

Kaip matyti iš 2.5 pav., bet kurio mėnesio 11 ir 13 dienos – pačios pavojingiausios, t.y. įvyko 7 nelaimingi nutikimai, o 10 ir 25 dienomis - 6 nelaimės. Šiomis dienomis įvykstančioms nelaimėms turi įtakos tai, kad tai yra beveik mėnesio vidurys ir pabaiga, kada dažniausiai mokami

atlyginimai. Taip pat matyti, kad 5, 23 ir 30 dienos yra gana sėkmingos, nes neįvyko nė vieno nelaimingo nutikimo.



2.6 pav. Nelaimingiausias mėnuo

Iš 90 atvejų 12, 11 ir 10 nelaimingų nutikimų įvyko birželio, gegužės ir rugpjūčio mėnesiais, tuo metu, kai statybose yra pats darbymetis. Tačiau spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais įvyko atitinkamai po 9 ir 8 nelaimingus nutikimus. Galima teigti, kad nelaimingų nutikimų skaičiui įtakos turi ir sezoniškumas.

2.4. Priežastys, nulėmusios kritimą iš aukščio

Pagal turimus duomenis, nustatytos pagrindinės priežastys, lėmusios kritimą iš aukščio. Iš 90 atvejų 24 atvejais darbininkai nukrito nuo pastolių. Iš 24 atvejų net 17 atvejų buvo blogai arba visiškai neįrengtos atramos, aptvarai su turėklais, platformos ar apsauginiai tinklai.

Šešiais atvejais darbininkai krito kartu su pastoliais, šiam įvykiui įtakos turėjo tai, kad darbo paviršius nebuvo lygus, patys pastoliai netvirti ir nestabilūs, buvo nesilaikoma instrukcijų, pastoliai buvo pastatyti ant per stataus panduso ir, žinoma, buvo blogai įrengtos arba visai neįrengtos atramos ir aptvarai.

Penkiais atvejais darbininkai nukrito per neaptvertą angą perdangoje, t.y. buvo blogai įrengti arba visai neįrengti aptvarai su turėklais, platformos arba apsauginiai tinklai.

16 atvejų darbininkai krito kartu su konstrukcija. Tokiems nelaimingiems nutikimams daugiausiai įtakos turėjo tai, kad buvo blogai įrengtos arba visiškai neįrengtos atramos, aptvarai su

turėklais, platformos ar apsauginiai tinklai, taip pat nebuvo imtasi priemonių laikinam konstrukcijų netvirtumui prižiūrėti. 3 atvejais iš 16 buvo netinkamai suprojektuotos platformos, paklotas ir pastolių kopėčios. Taip pat darbininkai nesilaikė technologinių reikalavimų, darbo vietos buvo apkrautos didesne apkrova, nei leistina.

8 darbininkai nukrito nuo kopėčių, dėl to, kad neteko pusiausvyros, to būtų buvę galima išvengti, jei būtų naudoti saugos diržai. Vienu atveju darbai buvo vykdomi iškasose, tačiau nebuvo imtasi saugos priemonių. Griovimo darbus prižiūrėjo nekompetentingas asmuo, vykdant darbus nebuvo imtasi atsargumo priemonių, nebuvo įrengtos platformos ar apsauginiai tinklai. Dviem atvejais buvo blogai įrengtos arba visiškai neįrengtos atramos, aptvarai su turėklais, platformos ar apsauginiai tinklai.

Darbininkų kritimo nuo stogo priežastys: trimis atvejais nebuvo įrengtos kolektyvinės saugos priemonės, o darbuotojai nebuvo aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis. Dirbant ant stogo galėjo būti neįrengti trapai arba nenaudojamos reikiamos saugos priemonės. Dviem atvejais blogai įrengtos atramos, aptvarai su turėklais, platformos ar apsauginiai tinklai. Vienu atveju paaukštinimo priemonės galėjo neatitikti joms keliamų reikalavimų arba, dirbant aukščiau nei 1,3 m ant kopėčių, nebuvo naudojami saugos diržai.

3. RACIONALIAUSIOS APSAUGOS NUO KRITIMO IŠ AUKŠČIO PARINKIMAS TAIKANT TOPSIS GREY BEI WASPAS - G METODUS

Siekiant apsisaugoti nuo kritimo iš aukščio geriausia naudoti kolektyvines apsaugos priemones (aptvarus, tinklus ir pan.), tačiau tais atvejais, kai neįmanoma įrengti kolektyvinių apsaugos priemonių (pvz., montuojant fasadus), privaloma naudoti asmenines apsaugos priemones - diržus ar apraišus.

Atliekant statistinę analizę buvo nustatyta, kokioms situacijoms esant įvyko kritimas iš aukščio. Buvo suformuluoti saugos sprendiniai tokiems atvejams: kritimui nuo pastolių, kritimui per angą, kritimui su konstrukcija, kritimui nuo stogo. Kiekvienam atvejui suformuotos 5 alternatyvos, kurios apibūdinamos rodikliais.

Siekiant parinkti pačią geriausią alternatyvą, taikomi skirtingi daugiatikslio vertinimo metodai. Šiame darbe taikomi TOPSIS grey ir WASPAS - G metodai. 3.1 lentelėje pateikiamas TOPSIS grey, o 3.2 lentelėlėje WASPAS metodo pritaikymas statybos inžinerijos problemoms spręsti.

3. 1 lentelė. TOPSIS metodo pritaikymas statybos inžinerijoje

Straipsnio autorius (metai)	Sprendžiama problema
Ning et al. (2011)	Statybų aikštelės planavimas
Pinter (2013)	Statybos projektų sėkmingumo vertinimas
Safa et al. (2014)	Statybinių medžiagų tiekėjo parinkimas
Sanchez et al. (2012)	Statybos vietos parinkimas saulės jėgainėms
Šiožinytė et al. (2014)	Senų pastatų atnaujinimas pagal šiuolaikines normas
Tan et al. (2006)	Statybos projektų parinkimas taikant daugiatikslius sprendimų metodus
Tyalan et al. (2014)	Statybos projektų parinkimas ir rizikos vertinimas
Zagorskas et al. (2014)	Termoizoliacinių medžiagų parinkimas istoriniams mūriniams pastatams
Zavadskas et al. (2010)	Rangovo parinkimas statybos darbams
Zavadskas et al. (2010)	Statybos projektų rizikos vertinimas

3.2 lentelė. WASPAS metodo pritaikymas statybos inžinerijoje

Straipsnio autoriai (metai)	Sprendžiama problema
Bagočius et al. (2013)	Klaipėdos valstybinio jūrų uosto didinimas
Dėjus, Antuchevičienė (2013)	Darbų saugos ir sveikatos statybos aikštelėje vertinimas
Hashemkhani et al. (2013)	Potencialos vietos prekybos centrui nustatymas
Šliožinytė, Antuchevičienė (2013)	Natūralaus apšvietimo didinimas senuose pastatuose
Staniūnas et al. (2013)	Daugiabučių namų modernizavimo ekologinis - ekonominis vertinimas
Vafaeipour et al. (2014)	Tinkamiausios vietos parinkimas saulės jėgainėms
Zavadskas et al. (2013)	Fasadų vertinimas
Zolfani et al. (2013)	Tinkamiausios vietos prekybos centrui parinkimas

3.1. Geriausios / racionalios apsaugos nuo kritimo iš aukščio parinkimas

Siekiant apsaugoti darbininkus nuo kritimo iš aukščio, turi būti tinkamai parinktos apsaugos priemonės. Šiame darbe formuluojamos apsaugos priemonių alternatyvos išskirtiems kritimo tipams (žr. 2.3 pav.). Tačiau ne visais atvejais naudojamos asmeninės apsaugos priemonės. Darbai, kurie atliekami mažesniame nei 1,3 m aukštyje, pagal saugos ir sveikatos taisykles statyboje nepriskiriami pavojingiems, todėl asmeninės ar kolektyvinės saugos priemonės nenaudojamos.

Saugos priemonių alternatyvos neformuojamos ir tuo atveju, kai reikia lipti kopėčiomis, nes saugos ir sveikatos taisyklėse nurodyta, kad pristatomos kopėčios turi būti su įtaisais, neleidžiančiais joms pasislinkti ar virsti darbo metu.

Prieš atliekant darbus ant pastolių, reikia įsitikinti, kad jie yra stabilūs, darbo paviršius lygus, be didesnių kaip 5 mm plyšių ir yra aptverti aptvaru, kuris apsaugo darbuotojus nuo kritimo. Todėl atvejams, kai darbininkai krito nuo pastolių ar su pastoliais, asmeninės apsaugos priemonės neformuojamos, nes nelaimingi įvykiai nutinka dėl blogai įrengtų pastolių.

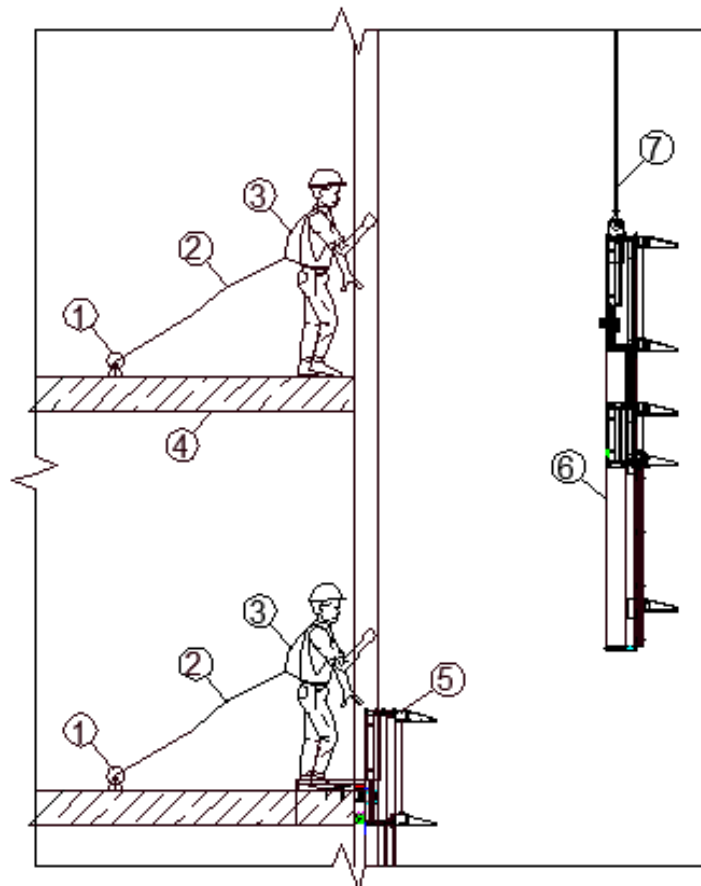
Alternatyvos formuojamos tokiems atvejams, kai darbai yra atliekami arti perdangos ar angos krašto, įrengiamas stogas ar montuojamas fasadas.

Atliekant stogo įrengimo darbus ar darbus netoli neaptvertos perdangos krašto (fasado įrengimo) taikoma dviejų lynų sistema (žr. 3.1 pav.) arba tokia sistema, kai inkaras įtvirtintas į lubas, o prie jo kabinamas diržas (žr. 3.2 pav.).

Dviejų lynų sistema sudaryta iš inkarų, kurie pritvirtinti prie perdangos, lyno, kuris ištiestas per inkarus, apsauginio lyno, kurio vienas galas kabinamas prie lyno, o kitas prie apraišų, kuriuos dėvi darbininkas.

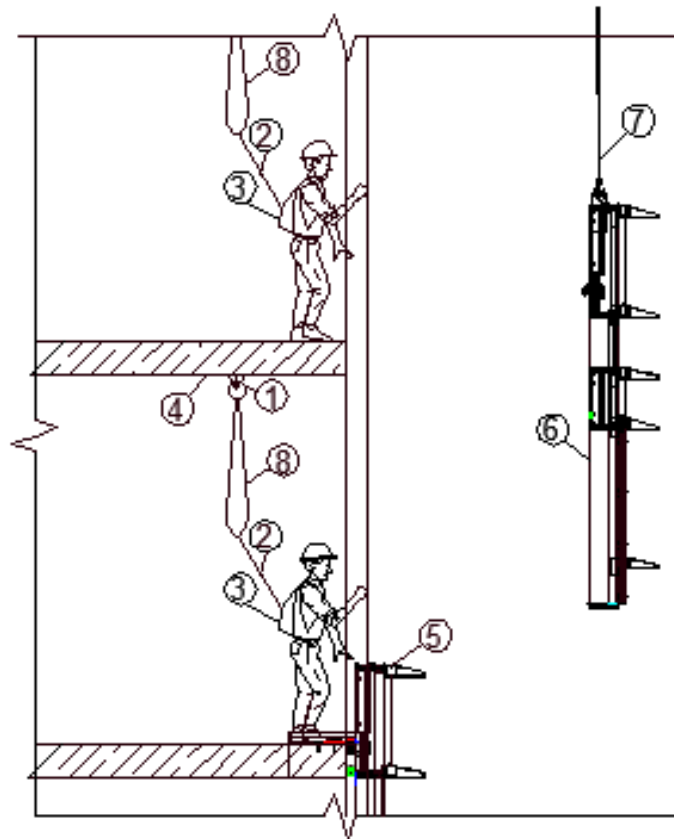
Antroji sistema sudaryta taip pat iš inkarų, kurie tvirtinami prie lubų. Prie inkaro kabinamas diržas/kilpa, o prie jo segamas apsauginis lynas.

Kitais atvejais, kai norima išvengti kritimo nuo konstrukcijų, naudojami apraišai bei lynai.



1 - inkaras, 2 - apsauginis lynas; 3 - apraišas, 4 - perdanga, 5 - sumontuotas fasado elementas, 6 - montuojamas fasado elementas, 7 - stropas.

3.1 pav. Dviejų lynų sistema



1 - inkaras, 2 - apsauginis lynas; 3 - apraišas, 4 - perdanga, 5 - sumontuotas fasado elementas, 6 - montuojamas fasado elementas, 7 - stropas, 8 - diržas/kilpa, prie kurio segamas apsauginis lynas.

3.2 pav. Inkaravimas prie lubų

3.1.1. Alternatyvų aprašymas

Alternatyvos suformuotos iš to, kas šiuo metu yra siūloma rinkoje. Visos alternatyvos parinktos, taip, kad būtų tinkamos darbui, statant daugiaaukščius gyvenamosios ar administracinės paskirties pastatus, kuriuose ypač didelis dėmesys, turi būti skiriamas asmeninėms apsaugos priemonėms.

Alternatyvos dviejų lynų sistemai:

- 1 alternatyva: apraišas P-02 (žr. 3.3 pav.), saugos blokas CR 200 (žr. 3.7 pav.), inkarai, lynas;
- 2 alternatyva: apraišas P-20 (žr. 3.4 pav.), saugos blokas CR 200, inkarai, lynas;
- 3 alternatyva: apraišas P-50 (žr. 3.5 pav.), saugos blokas CR 200, inkarai, lynas;
- 4 alternatyva: apraišas P-60 (žr. 3.6 pav.), saugos blokas CR 200, inkarai, lynas;
- 5 alternatyva: apraišas P-70 (žr. 3.7 pav.), saugos blokas CR 200, inkarai, lynas;

Alternatyvos kritimui per angą:

- 1 alternatyva: apraišas P-02, saugos blokas CR 200;
- 2 alternatyva: apraišas P-20, saugos blokas CR 200;

- 3 alternatyva: apraišas P-50, saugos blokas CR 200;
- 4 alternatyva: apraišas P-60, saugos blokas CR 200
- 5 alternatyva: apraišas P-70, saugos blokas CR 200



3.3 pav. Apraišas P-02

(Darbų saugos...2014)



3.4 pav. Apraišas P-20

(Darbų saugos...2014)



3.5 pav. Apraišas P-50

(Darbų saugos...2014)



3.6 pav. Apraišas P-60

(Darbų saugos...2014)



3.7 pav. Apraišas P-70

(Darbų saugos...2014)



3. 8 pav. Saugos blokas CR200

(Darbų saugos...2014)

3.1.2. Rodiklių formulavimas

Rodiklius stengiasi parinkti tokius, kurie būtų patys aktualiausi, tiek darbininkams (kokybė, patogumas, saugumas), tiek užsakovams (kaina). Rodikliai aprašomi žemiau:

- veiklos rūšys - tai kiekybinis rodiklis, išreikštas vienetais. Veiklos rūšys, kurios galima pritaikyti apraišus ir lynus yra nurodytos gamintojo pateikiamuose dokumentuose;
- apraišo svoris - tai taip pat kiekybinis rodiklis, išreikštas gramais. Labai svarbu, kad apraišai nebūtų per sunkūs, nevaržytų darbininkų judesių;
- saugos bloko svoris - kiekybinis rodiklis, išreikštas gramais. Kaip ir apraišai, svarbu, kad nebūtų per sunkūs ir netrukdytų darbui;
- saugos bloko lyno ilgis - tai kiekybinis rodiklis, išreikštas metrais. Labai svarbu, atsižvelgiant į darbų tipą/situaciją, parinkti tinkamą saugos bloką. Jei dirbama santykinai neaukštame aukštyje, nėra tikslo, o svarbiausia nesaugu naudoti saugos bloką, kurio lyno ilgis yra didesnis už darbinį aukštį.
- inkarų skaičius - kiekybinis rodiklis, išreikštas vienetais. Inkarų skaičius priklausys, nuo to, kas kiek metrų bus inkaruojama ir kokio ilgio lynas bus tiesiamas.
- Komplekto kaina - kiekybinis rodiklis, išreikštas EUR. Tai bendra apraišo, lyno ir inkarų kaina.

3.2. Rodiklių reikšmingumo nustatymas

Rodiklių reikšmingumas nustatomas ekspertinių įverčių metodu, t.y. ekspertai, remdamiesi patirtimi ir žiniomis, vertina alternatyvų rodiklius. Ekspertų nuomonės ir požiūris į vertinamus kriterijus gali skirtis. Šio metodo grupinis vertinimas laikomas patikimu tik tuomet, kai apklaustų ekspertų nuomonės yra suderintos, t.y. konkordacijos reikšmė yra arti vieneto (Antuchevičienė *et al.* 2012: 164)

Ekspertinių įverčių metodo nuomonių suderinamumas atliekamas etapais:

1. Rodikliams suteikiamas ekspertų įvertinimas balais.
2. Nustatomos vidutinės rodiklių reikšmės.
3. Apskaičiuojami rodiklių svoriai.
4. Apskaičiuojamas rangų sumos vidurkis.
5. Apskaičiuojama nuokrypių kvadratų suma.
6. Nustatomas konkordacijos koeficientas.
7. Nustatomas ir patikrinamas konkordacijos koeficiento reikšmingumas.

Darbe buvo apklausta 13 ekspertų, duomenys pateikti 3.3 ir 3.5 lentelėse. Rodikliai vertinami balais nuo 1 iki 6 ir nuo 1 iki 5. Atitinkamai 1 - mažiausiai svarbus rodiklis, 5 arba 6 - labiausiai svarbus rodiklis. Tą patį balą galima skirti keliems rodikliams.

3.3 lentelė. Ekspertų įvertinimas (dviejų lynų sistema)

Ekspertai r = 13	Rodikliai n = 6					
	Veiklos rūšys, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lyno ilgis, m	Ankerių skaičius, vnt	Komplekto kaina, EUR
1	1	4	5	3	1	6
2	2	5	5	4	3	6
3	1	5	4	3	2	6
4	2	5	4	3	1	6
5	2	4	5	3	1	6
6	2	4	4	5	3	6
7	1	4	3	5	2	6
8	2	4	5	3	1	6
9	2	4	4	5	3	6
10	1	4	3	5	2	6
11	1	5	4	3	2	6
12	2	5	4	3	1	6
13	2	4	5	3	1	6

3.4 lentelė. Ekspertų nuomonės vieningumo nustatymas (dviejų lynų sistema)

Ekspertai r = 13	Rodikliai n = 6					
	Veiklos rūšys, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lyno ilgis, m	Inkarų skaičius, vnt	Komplekto kaina, EUR
Įvertinimų suma $t_j = \sum_{k=1}^{r=13} t_{jk}$	21	57	55	48	23	78
Vidutinės kriterijų reikšmės $\bar{t}_j = \frac{\sum_{k=1}^{r=13} t_{jk}}{r}$	1,615	4,385	4,231	3,692	1,769	6,000
Kriterijų ranžiruotė	6	2	3	4	5	1

3.4 lentelės pabaiga

Kriterijų reikšmingumas $q_j = \frac{\bar{t}_j}{\sum_{j=1}^{n=6} t_j}$	0,0719	0,2026	0,1961	0,1699	0,085	0,2745
Rangų sumos vidurkis $V = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n=6} \sum_{k=1}^{r=8} t_{jk}$	47,0					
Nuokrypių kvadratų suma $S = \sum_{j=1}^{n=6} \left(\sum_{k=1}^{r=13} t_{jk} - V \right)^2$	2378,0					
Konkordacijos koeficientas $W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}$	0,804					
Konkordacijos koeficiento reikšmingumas $X_{\alpha,v}^2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k}$	52,26					

Ekspertų nuomonė suderinta nes $X_{\alpha,v}^2 = 52,26 > X_{tbl.}^2 = 16,749$.

3.5 lentelė. Ekspertų įvertinimas

Ekspertai r = 13	Rodikliai n = 5				
	Veiklos rūšys, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lino ilgis, m	Komplekto kaina, EUR
1	1	4	3	2	5
2	1	2	3	4	5
3	1	2	4	3	5
4	1	3	4	2	5
5	2	4	3	1	5
6	1	3	4	2	5
7	1	3	2	4	5
8	1	2	4	3	5
9	1	3	4	2	5
10	2	4	3	1	5
11	1	3	4	2	5
12	1	3	2	4	5
13	1	2	4	3	5

3.6 lentelė. Ekspertų nuomonės vieningumo nustatymas

Ekspertai r = 13	Rodikliai n = 5				
	Veiklos rūšys, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lino ilgis, m	Komplekto kaina, EUR
Įvertinimų suma $t_j = \sum_{k=1}^{r=13} t_{jk}$	15	38	44	33	65
Vidutinės kriterijų reikšmės $\bar{t}_j = \frac{\sum_{k=1}^{r=13} t_{jk}}{r}$	1,1538	2,9231	3,3846	2,5385	5
Kriterijų ranžiruotė	5	3	2	4	1
Kriterijų reikšmingumas $q_j = \frac{\bar{t}_j}{\sum_{j=1}^{n=6} \bar{t}_j}$	0,076	0,2	0,219	0,171	0,333
Rangų sumos vidurkis $V = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n=6} \sum_{k=1}^{r=8} t_{jk}$	39,0				
Nuokrypių kvadratų suma $S = \sum_{j=1}^{n=6} \left(\sum_{k=1}^{r=13} t_{jk} - V \right)^2$	1314				
Konkordacijos koeficientas $W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}$	0,7775				
Konkordacijos koeficiento reikšmingumas $X_{\alpha,v}^2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k^2}$	40,43				

Ekspertų nuomonė suderinta nes $X_{\alpha,v}^2 = 40,43 > X_{tbl}^2 = 14,86$.

3.3. TOPSIS grey metodas

TOPSIS grey metodas buvo sukurtas 2008 metais, šio metodo autorius Y. H. Lynas (Lin *et al.* 2008). Tai artumo idealiam taškui metodas su pilkaisiais skaičiais. Šis metodas pagrįstas principu,

kad pasirinkta geriausia alternatyva turi turėti mažiausią atstumą iki idealiai geriausio sprendimo ir didžiausią atstumą iki idealiai blogiausio sprendimo.

TOPSIS grey sprendimo etapai:

1. Sudaroma pradinė sprendimų matrica (3.7 ir 3.12 lentelė).

2. Normalizuojamos pradinės sprendimų matricos rodiklių reikšmės (3.8 ir 3.13 lentelė). Jei rodiklis maksimizuojamas, taikoma (3.1) formulė, jei minimizuojamas, taikoma (3.2) formulė:

$$\otimes \bar{x}_{ij, b} = \frac{\otimes x_{ij}}{\max_i(b_{ij})} = \left(\frac{w_{ij}}{\max_i(b_{ij})}; \frac{b_{ij}}{\max_i(b_{ij})} \right); \quad (3.1)$$

$$\otimes \bar{x}_{ij, w} = \frac{\otimes x_{ij}}{\max_i(b_{ij})} = \left(1 - \frac{b_{ij}}{\max_i(b_{ij})}; 1 - \frac{w_{ij}}{\max_i(b_{ij})} \right). \quad (3.2)$$

3. Sudaroma svertinė normalizuota matrica (3.9 ir 3.14 lentelė), t.y. kiekviena normalizuotos matricos rodiklio reikšmė dauginama iš atitinkamo rodiklio reikšmingumo .

4. Nustatoma idealiai geriausia ir idealiai blogiausia alternatyva:

$$A_i^+ = \{(\max_i \bar{w}_{ij} | j \in J), (\max_i b_{ij} | j \in J), i \in n \} = \{ \bar{x}_1^+, \bar{x}_2^+, \dots, \bar{x}_m^+ \}; \quad (3.3)$$

$$A_i^- = \{(\min_i \bar{w}_{ij} | j \in J), (\min_i \bar{b}_{ij} | j \in J), i \in n \} = \{ \bar{x}_1^-, \bar{x}_2^-, \dots, \bar{x}_m^- \}. \quad (3.4)$$

5. Apskaičiuojami atstumai tarp lyginamųjų ir idealiai geriausios bei idealiai blogiausios alternatyvos:

$$L_i^+ = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^m q_i [|\bar{x}_j^+ - \bar{b}_{ij}|^2 + |\bar{x}_j^+ - \bar{w}_{ij}|^2]}; \quad (3.5)$$

$$L_i^- = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^m q_i [|\bar{x}_j^- - \bar{b}_{ij}|^2 + |\bar{x}_j^- - \bar{w}_{ij}|^2]}. \quad (3.6)$$

6. Apskaičiuojamas santykinis alternatyvų atstumas iki idealaus taško:

$$K_i^+ = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, 0 \leq K_i^+ \leq 1. \quad (3.7)$$

7. Sudaroma alternatyvų prioritetinė eilutė,

čia $\otimes \bar{x}_{ij, b}$, $\otimes \bar{x}_{ij, w}$ normalizuota rodiklio reikšmė; A_i^+ – idealiai geriausia alternatyvos reikšmė; A_i^- – idealiai blogiausia alternatyvos reikšmė; L_i^+ – atstumas tarp lyginamosios ir idealiai geriausios alternatyvos; L_i^- – atstumas tarp lyginamosios ir idealiai blogiausios alternatyvos; K_i^+ – alternatyvos santykinis atstumas iki idealaus.

3.7 lentelė. Pradinė sprendimų matrica (apsauga nuo kritimo nuo stogo, dviejų lynų sistema)

Eil. Nr.	Rodiklis Alternatyva	Veiklos rūšių kiekis, kurioms tinka diržas*, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lyno ilgis, m	Inkarų skaičius (įrengiama 50 m ilgio sistema), vnt	Komplekto kaina, EUR
1	A1: apraišas P02, saugos blokas CR 200, inkarai, lynas	9	1080	[4700-6000]	[6-12]	[4-6]	[336,17-343,06]
2	A2: apraišas P20, saugos blokas CR 200, inkarai, lynas	9	1350	[5300-6100]	[10-15]	[5-7]	[359,59-344,49]
3	A3: apraišas P50, saugos blokas CR 200, inkarai, lynas	8	1460	[6000-7500]	[15-20]	[6-8]	[364,12-477,06]
4	A4: apraišas P60, saugos blokas CR 200, inkarai, lynas	8	1540	[4700-5300]	[6-10]	[7-9]	[368,99-375,38]
5	A5: apraišas P70, saugos blokas CR 200, inkarai, lynas	8	1660	[5300-6000]	[10-12]	[8-10]	[416,9-417,40]
	Max/min	max	min	min	max	min	min
	q _i	0,0719	0,2026	0,1961	0,1699	0,085	0,2745

*Veiklos rūšių kiekis, kurioms tinka diržas- nurodyta gamintojo.

3.8 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (dviejų lynų sistema)

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
A ₁	1	0,3494	0,2	0,3	0,4	0,2809
	1	0,3494	0,3733	0,6	0,6	0,2953
A ₂	1	0,1867	0,1867	0,5	0,3	0,2440
	1	0,1867	0,2933	0,75	0,5	0,2462
A ₃	0,889	0,1205	0	0,6	0,2	0
	0,889	0,1205	0,2	1	0,4	0,2367
A ₄	0,889	0,0723	0,2933	0,3	0,1	0,2131
	0,889	0,0723	0,3733	0,5	0,3	0,2265
A ₅	0,889	0	0,2	0,5	0	0,1251
	0,889	0	0,2933	0,6	0,2	0,1261

3.9 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (dviejų lynų sistema)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A ₁	0,0719	0,0708	0,0392	0,0510	0,0340	0,0711
	0,0719	0,0708	0,0732	0,1019	0,0510	0,0811
A ₂	0,0719	0,0378	0,0366	0,0850	0,0255	0,0670
	0,0719	0,0378	0,0575	0,1274	0,0425	0,0670
A ₃	0,0639	0,0244	0	0,1019	0,0170	0
	0,0639	0,0244	0,0392	0,1699	0,0340	0,0650
A ₄	0,0639	0,0146	0,0575	0,0510	0,0085	0,0585
	0,0639	0,0146	0,0732	0,0850	0,0255	0,0622
A ₅	0,0639	0	0,0392	0,0850	0	0,0343
	0,0639	0	0,0575	0,1019	0,0170	0,0346

3.10 lentelė. Idealiai geriausia ir idealiai blogiausia alternatyva (dviejų lynų sistema)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A ^{w+}	0,0719	0,07080	0,0575	0,1020	0,034	0,0711
A ^{b+}	0,0719	0,07080	0,0732	0,1699	0,051	0,0811
A ^{w-}	0,06390	0	0	0,0510	0	0
A ^{b-}	0,06390	0	0,0392	0,0850	0,017	0,0346

3.11 lentelė. TOPSIS grey rezultatai (dviejų lynų sistema)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
L_i^+	0,0359	0,0319	0,0592	0,0571	0,0654
L_i^-	0,0709	0,0553	0,0470	0,0461	0,0306
K_i^+	0,6638	0,6340	0,4426	0,4467	0,3187
Prioritetinė eilutė	1	2	4	3	5

3.12 lentelė. Pradinė sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga)

Eil. Nr.	Rodiklis Alternatyva	Veiklos rūšių kiekis, kurioms tinka diržas*, vnt	Apraišo svoris, g	Saugos bloko svoris, g	Saugos bloko lino ilgis, m	Komplekto kaina, EUR
1	A1: apraišas P02, saugos blokas CR 200	9	1080	[4700-6000]	[6-12]	[271,14-278,03]
2	A2: apraišas P20, saugos blokas CR 200	9	1350	[5300-6100]	[10-15]	[289,94-291,01]
3	A3: apraišas P50, saugos blokas CR 200	8	1460	[6000-7500]	[15-20]	[289,85-402,79]
4	A4: apraišas P60, saugos blokas CR 200	8	1540	[4700-5300]	[6-10]	[290,1-296,49]
5	A5: apraišas P70, saugos blokas CR 200	8	1660	[5300-6000]	[10-12]	[333,39-333,89]
	Max/min	max	min	min	max	min
	q _i	0,076	0,2	0,219	0,171	0,333

3.13 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga)

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
A ₁	1	0,3494	0,2	0,3	0,3097
	1	0,3494	0,3733	0,6	0,3268
A ₂	1	0,1867	0,1867	0,5	0,2775
	1	0,1867	0,2933	0,75	0,2805
A ₃	0,8889	0,1205	0	0,6	0
	0,8889	0,1205	0,2	1	0,3
A ₄	0,8889	0,0723	0,2933	0,3	0,2639
	0,8889	0,0723	0,3733	0,5	0,2798
A ₅	0,8889	0	0,2	0,5	0,1711
	0,8889	0	0,29	0,6	0,1723

3.14 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (kritimo per angą apsauga)

	X1	X2	X3	X4	X5
A ₁	0,0760	0,0699	0,0438	0,0513	0,1031
	0,0760	0,0699	0,0818	0,1026	0,1088
A ₂	0,0760	0,0373	0,0409	0,0855	0,0924
	0,0760	0,0373	0,0642	0,1283	0,0933
A ₃	0,0676	0,0241	0	0,1026	0
	0,0676	0,0241	0,0438	0,1710	0,0934
A ₄	0,0676	0,0145	0,0642	0,0513	0,0879
	0,0676	0,0145	0,0818	0,0854	0,0932
A ₅	0,0676	0,0000	0,0438	0,0855	0,0570
	0,0676	0,0000	0,0642	0,1026	0,0574

3.15 lentelė. Idealiai geriausia ir idealiai blogiausia alternatyva (kritimo per angą apsauga)

	X1	X2	X3	X4	X5
A ^{w+}	0,0760	0,0699	0,0642	0,1025	0,1031
A ^{b+}	0,0760	0,0699	0,0818	0,1710	0,1088
A ^{w-}	0,0676	0	0	0,0513	0
A ^{b-}	0,0677	0	0,0438	0,0855	0,0574

3.16 lentelė. TOPSIS grey rezultatai (kritimo per angą apsauga)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
L_i^+	0,0259	0,0233	0,0533	0,0394	0,0478
L_i^-	0,0599	0,0491	0,0344	0,0464	0,0303
K_i^+	0,6981	0,6774	0,3919	0,5409	0,3885
Prioritėtinė eilutė	1	2	4	3	5

3.4. WASPAS - G metodas

Zavadskas ir kiti (2012) pasiūlė svorinės agreguotos sumos metodą WASPAS. Šis metodas sukurtas iš dviejų metodų WSM (Weighted Sum Model) ir WPM (Weighted Product Model).

WASPAS - G, tai naujas metodas, skirtas nustatyti geriausią alternatyvą, kai ši aprašoma kriterijais, kurie išreikšti pilkaisiais skaičiais.

WASPAS - G sprendimo etapai:

1. Sudaroma pradinė sprendimų matrica (3.7 ir 3.12 lentelė).

2. Normalizuojamos pradinės sprendimų matricos rodiklių reikšmės (3.17 ir 3.20 lentelė). Jei rodiklis maksimizuojamas taikoma (3.8) formulė, jei minimizuojamas taikoma (3.9) formulė:

$$\otimes \bar{x}_{ij}, \alpha = \frac{\otimes x_{ij}}{\max \otimes x_{ij\alpha}}; \quad (3.8)$$

$$\otimes \bar{x}_{ij}, \alpha = \frac{\min \otimes x_{ij}}{\otimes x_{ij\alpha}}. \quad (3.9)$$

3. Sudaroma svertinė normalizuota matrica (3.18 ir 3.21 lentelė), t.y. kiekviena normalizuotos matricos rodiklio reikšmė dauginama iš atitinkamo rodiklio reikšmingumo (3.10 formulė):

$$\otimes \hat{x}_{ij} = \otimes \bar{x}_{ij} \cdot \otimes w_j. \quad (3.10)$$

4. Apskaičiuojamos optimalumo kriterijų reikšmės (3.11 ir 3.12 formulės):

$$\otimes S_i = 0,5 \sum_{j=1}^n (\hat{x}_{ij\alpha} + \hat{x}_{ij\beta}); \quad (3.11)$$

$$\otimes P_i = \prod_{j=1}^n 0,5 \left(\otimes \bar{x}_{j\alpha}^{\otimes w_j} + \otimes \bar{x}_{j\beta}^{\otimes w_j} \right). \quad (3.12)$$

5. Siekiant padidinti skaičiavimo tikslumą ir efektyvumą papildomai naudojamas λ koeficientas:

$$\lambda = 0,5 \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{i=1}^m S_i}. \quad (3.13)$$

6. Apskaičiuojamos alternatyvų reikšmės ir sudaroma prioritentinė eilutė:

$$\otimes Q_i = \lambda \sum_{j=1}^n \otimes \hat{x}_{ij} + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n \otimes \bar{x}^{\otimes w_j}, \quad (3.14)$$

čia $\otimes \bar{x}_{ij}, \alpha$ - normalizuota rodiklio reikšmė; $\otimes \hat{x}_{ij}$ - svertinė normalizuota reikšmė; $\otimes w_j$ - rodiklio svoris; $\otimes S_i$ - WSM optimalumo kriterijus; $\otimes P_i$ - WPM optimalumo kriterijus.

3.17 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (dviejų lynų sistema)

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Pi	Prioritentinė eilutė
A ₁	1	1	1	0,3	1	1	0,829	1
	1	1	0,7833	0,6	0,6667	0,9799		
A ₂	0,8889	0,8	0,8868	0,5	0,8	0,9349	0,805	2
	0,8889	0,8	0,7705	0,75	0,5714	0,9321		
A ₃	0,8889	0,7397	0,7833	0,6	0,6667	0,9232	0,751	3
	0,8889	0,7397	0,6267	1	0,5	0,7047		

3.17 lentelės pabaiga

A₄	0,8889	0,7013	1	0,3	0,5714	0,9111	0,713	4
	0,8889	0,7013	0,8868	0,5	0,4444	0,8955		
A₅	0,8889	0,6506	0,8868	0,5	0,5	0,8064	0,697	5
	0,8889	0,6506	0,7833	0,6	0,4	0,8054		

3.18 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (dviejų lynų sistema)

	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅	x₆	S_i	Prioritetinė eilutė
A₁	0,0719	0,203	0,196	0,051	0,085	0,275	0,869	1
	0,0719	0,203	0,154	0,102	0,057	0,269		
A₂	0,0719	0,162	0,174	0,085	0,068	0,257	0,818	2
	0,0719	0,162	0,151	0,1275	0,049	0,256		
A₃	0,064	0,150	0,154	0,102	0,057	0,254	0,762	3
	0,064	0,150	0,123	0,17	0,043	0,194		
A₄	0,064	0,142	0,196	0,051	0,049	0,251	0,751	4
	0,064	0,142	0,174	0,085	0,038	0,246		
A₅	0,064	0,132	0,174	0,085	0,043	0,222	0,713	5
	0,064	0,132	0,154	0,102	0,034	0,221		

3.19 lentelė. WASPAS-G rezultatai (dviejų lynų sistema)

Alternatyva	P_i	S_i	Q_i	Prioritetinė eilutė
A₁	0,829	0,869	0,7740	1
A₂	0,805	0,818	0,7297	2
A₃	0,751	0,762	0,6587	3
A₄	0,713	0,751	0,6253	4
A₅	0,692	0,713	0,5959	5
	Σ 3,794	Σ 3,913	λ = 0,4848	

3.20 lentelė. Normalizuota sprendimų matrica (kritimo per angą apsauga)

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	P _i	Prioritetinė eilutė
A ₁	1	1	1	0,3	1	0,8391	1
	1	1	0,7833	0,6	0,9752		
A ₂	1	0,8	0,8868	0,5	0,9352	0,8249	2
	1	0,8	0,7705	0,75	0,9317		
A ₃	0,889	0,7397	0,7833	0,6	0,9354	0,7671	3
	0,889	0,7397	0,6267	1	0,6732		
A ₄	0,889	0,7013	1	0,3	0,9346	0,7555	4
	0,889	0,7013	0,8868	0,5	0,9145		
A ₅	0,889	0,6506	0,8868	0,5	0,8133	0,7359	5
	0,889	0,6506	0,7833	0,6	0,8121		

3.21 lentelė. Svertinė normalizuota matrica (kritimo per angą apsauga)

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	S _i	Prioritetinė eilutė
A ₁	0,076	0,2	0,2190	0,0513	0,333	0,877	1
	0,076	0,2	0,1716	0,1026	0,3247		
A ₂	0,076	0,16	0,1942	0,0855	0,3114	0,835	2
	0,076	0,16	0,1687	0,1283	0,3103		
A ₃	0,0676	0,1479	0,1716	0,1026	0,3115	0,775	4
	0,0676	0,1479	0,1372	0,1710	0,2242		
A ₄	0,0676	0,1403	0,2190	0,0513	0,3112	0,791	3
	0,0676	0,1403	0,1942	0,0855	0,3045		
A ₅	0,0676	0,1301	0,1942	0,0855	0,2708	0,745	5
	0,0676	0,1301	0,1716	0,1026	0,2704		

3.22 lentelė. WASPAS-G rezultatai (kritimo per angą apsauga)

Alternatyva	P_i	S_i	Q_i	Prioritetinė eilutė
A₁	0,8391	0,8771	0,7869	1
A₂	0,8249	0,8352	0,7554	2
A₃	0,7671	0,7745	0,6775	3
A₄	0,7555	0,7907	0,6774	4
A₅	0,7359	0,7452	0,6407	5
	Σ 4,023	Σ 3,923	$\lambda =$ 0,4877	

Sudarytos alternatyvos aprašomos rodikliais, kurių reikšmingumai nustatyti naudojantis ekspertinių įverčių metodu. Didžiausią įtaką turi kaina, apraišų bei saugos blokų svoriai.

Geriausioms alternatyvoms nustatyti pasirinkti TOPSIS grey bei WASPAS - G metodai, kurie leidžia pasirinkti geriausią alternatyvą, kai rodikliai išreikšti intervalu.

Pagal gautus rezultatus matyti, kad abiem metodais, kai naudojama dviejų lynų sistema, geriausia yra pirma alternatyva (A₁), o blogiausia penkta (A₅).

Renkant geriausią apsaugos priemonių alternatyvą, kritimui per angą, TOPSIS grey ir WASPAS - G metodais buvo gauta, kad pati geriausia alternatyva yra pirma (A₁), o blogiausia - penkta (A₅).

4. ORGANIZACINĖS APSAUGOS PRIEMONĖS

Siekiant padidinti saugumo lygį statybose, taikomos ne tik techninės, t.y. kolektyvinės ir asmeninės apsaugos priemonės, bet ir organizacinės. Organizacinėms saugos priemonėms galima priskirti darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus veiklą. Jei statant statinį dalyvauja daugiau negu vienas rangovas, statybos valdytojas turi paskirti bent vieną darbų saugos ir sveikatos koordinatorių, kuris užtikrintų, kad statinio projekte būtų numatyti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai. Koordinatorius taip pat privalo koordinuoti ir kontroliuoti norminiuose teisės aktuose nustatytų darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų įgyvendinimą (Darboviečių įrengimo...2008).

Darbų saugos ir sveikatos koordinatorius yra atsakingas už bendrųjų prevencijos priemonių pritaikymą praktikoje visais lygmenimis – nuo darbo parengimo iki jo įgyvendinimo, įskaitant ir su vėlesne priežiūra susijusius apribojimus (Metodinės rekomendacijos...2008).

Statinio statybos saugos ir sveikatos koordinatorius (Darboviečių įrengimo...2008):

- koordinuoja reikalavimų, nustatytų statinio techniniame projekte bei statybos darbų technologijos projekte bei kitų priemonių, susijusių su nelaimingų atsitikimų darbe ir profesinių ligų prevencija, įgyvendinimą statybvietėje ir statinio statybos metu;
- koordinuoja darbdavių ir savarankiškai dirbančių asmenų veiklą, kad jie vykdytų nurodytas pareigas ir jei reikia, statinio techniniame projekte bei statybos darbų technologijos projekte numatytas priemones;
- atsižvelgdamas į darbų eigą bei atsiradusius pakitimus, koreguoja saugos ir sveikatos priemones;
- organizuoja darbdavių, įskaitant ir vienas kitą keičiančius toje pačioje statybvietėje, bendradarbiavimą, keitimąsi informacija apie įgyvendinamas prevencijos priemones ir jų veiklos koordinavimą, vykdamat nelaimingų atsitikimų ir profesinių ligų prevenciją, taip pat organizuoja darbdavių ir savarankiškai dirbančių asmenų bendradarbiavimą;
- kontroliuoja statybvietėje nustatytų darbo tvarkos taisyklių laikymąsi;
- imasi priemonių, kad statybvietėje būtų tik tie asmenys, kurie turi tokią teisę.

Dažniausiai statybos įmonės samdo įmones, kurios užsiima darbų saugos ir sveikatos koordinavimu. Tokiu atveju koordinatorius statybos aikštelėje būna pagal susitarimą su jį samdančia įmone. Tai gali būti nuo kelių kartų per mėnesį iki kelių kartų per savaitę.

Koordinatorius, kiekvieną kartą atvykęs į statybos objektą, vykdo aikštelės patikrinimą, t.y. fiksuoja visus pavojingus veiksnius, esančius darbo vietose ir visa tai surašo į žurnalą (žr. 4.1 - 4.5 pav.). Taip pat patikrina ar pašalintos ankstesnės pastabos ir tai, taip pat užfiksuoja žurnale.

Žurnale įrašoma pastaba arba reikalavimas bei nurodama data, iki kada turi būti sutvarkyta. Koordinatorius supažindina rangovus su pastabomis, o šie privalo pasirašyti koordinatoriaus žurnale, kad su jomis susipažino. Jei pastabos pašalinamos, koordinatorius, pasirašo žurnale, kad darbai atlikti.

Remiantis šių žurnalų pastabomis, galima nustatyti rizikingiausias darbo vietas, kurioms būtina skirti didesnę dėmesį. Pavyzdžiui iš pateiktų žurnalo ištraukų matyti, kad dažniausiai pasitaikančios pastabos:

- prie perdangos kraštų trūksta aptvėrimų;
- dirbdami aukštyje darbininkai nenaudoja apraišų;
- atlikdami virinimo darbus nenaudoja apsauginių akinių.

KOORDINATORIAUS REIKALAVIMAI

[illegible]

4.1 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus tuščias žurnalas

KOORDINATORIAUS PASTABOS, REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus pastabos, reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
2014-09-09		Pastabos: zonose N3.1, pabrėžus A95 šūkštą perdangos krašto (Ia) apšvietimą. Atlikti visų pabrėžimų iki 2014-09-11		Atlikta
		Neapšviestas Ia klojimų kraštas link kolektozės. Trengti laukimus apšvietimus iki 2014-09-11		Atlikta
		Ia, zonose d2 neapšviestas klojimų pabrėžus kraštas. Apšviesti klojimus iki 2014-09-11.		Atlikta
		Ia, zonose d2 neapšviestas perankštėjęs perdangos kraštas. Atlikti perdangos krašto iki 2014-09-12		Atlikta
2014-09-11		Zonose N3.2, I aukšte darbininkas, kintantis betong neapsidėjęs apsauginių akių. Užsidėti akinius neleidžiant.		Atlikta
		Zonose d4, I aukšte apsauginis tinklas ant perdangos krašto-pakelėtas. Išimti apsauginį tinklą ir pristatinti prie perdangos apšvietimo iki 2014-09-15		Atlikta

Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai, kad susipažino su pastabomis.

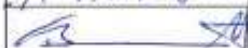
4.2 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus pastabos...2014)

KOORDINATORIAUS PASTABOS, REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus pastabos, reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
	2014-09-23	Patikrinimo metu darbuotojai ne- naudavo AAP (alinių) pjaukiant armatūrą. Susirinkimo metu infor- muoti darbuotojus kad būtina nau- doti alinius (pjaukiant armatūrą ir t.t.)		Atlikta [parašas]
	2014-09-23	Dirbant ant prie betonų ant kopelių darbuotojai naudojo saugos diržų. (Dirbo apie 2,5 m. aukštyje)		Atlikta [parašas]
	2014-09-25	Ap saugoti laides nuo mechaninių pažeidimų ir vandens (laiderai guli vandenyje).	Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai.	Atlikta [parašas]
	2014-09-25	Prieš dirbant betoną plėvele uždė- ti, kad visos angos būtų uždė- tos		Atlikta [parašas]
	2014-09-25	Šauktininkai kad darbuotojai rūkyti turi skirtose vietose		Atlikta [parašas]
	2014-09-30	Pastabos: Ap saugoti laides nuo mechaninių pažeidimų.		Atlikta [parašas]
	2014-10-02	Bendros priemonės: Įrengus pieto- linis su viršytis darbu metu padidėję (Pridėjus apšviest + įrengimus)		Atlikta [parašas]
	2014-10-02	Dirbant transsejose slaidus matyti		Atlikta [parašas]

4.3 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus pastabos...2014)

KOORDINATORIAUS REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
		Ant 1 aukšto grindų yra ledo plotai, slidu vaikščioti. Apledėjusius paviršius apibarstyti smėliu nedelsiant.		✓
2015-01-06		Swingas nuo pirmo aukšto perdangos klojimų turėtų būti nušalomas nedelsiant po kritulių. Swingas klojimų lentas montuoti draudžiama.	Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai.	✓ Atlikta: 
2015-01-08		- 3 aukšte, zonoje M2 neatliktas liftų prieduobės. Uždėti prieduobę iki 2015-01-12. Laiptinėje prie asies 452, nuo 1 iki 1 aukšto - apsiglūsti maršrut. Nuvalyti laiptus nuo sniego iki 2015-01-09.		✓

4.4 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai...2015)

KOORDINATORIAUS REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
		mo pastatymo darbai turi būti stabilūs, apsaugoti nuo nuoveltimo. Pažymėti pastatų tvirtinimai ir pakeisti su derinimais iki m. ataskaitos pradžios.		#10101a [parašas]
2015-01-13		Ant grunto ir ant perdangų iškloti elektros kabeliai. Pakelti kabelius (ištraukti iš vandens) ir pakelti į 2 m aukštį iki 2015-01-14. Darbininkai, renkantys T ankštą klopinus (perdangą) neušvežę apvaizų. Ušvežti apvaizus nedelsiant.	Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai.	#10101a [parašas] [parašas] [parašas] [parašas]

4.5 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai 2015)

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
	2015-03-12	Kranas prie gatvės aptvertas guli ant žemės Pakelto stop juosta ir jo sustorėjusi vieta iki 2015-03-16. V ankšto neaptvertos durys angos i lifto duris. Hžas aptvertas lentos iki 2015-03-13. Kranas prie konstrukcijos pr. neaptvertas ir žvauros pusės. Su- montuoti aptverimų iki 2015-03-13	Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai.	Atlikta: B
	2015-03-18	IV ankšte, prie abiejų 80 nuo perdangos krašto aptvertas nuimtos lentos užtempta stop juosta. Atstatyti lentų aptverimų iki 2015-03-19. VI ankšte tarp klojinių ir lifto šachtų sienų - neaptvertas tarpas. Įrengti aptverimų iki 2015-03-20. Pakabinti darbininkų saugos kėlinius virš 10m. darbu neapdrausiant durų. Pavaistinti kintu duris nedelsiant.		Atlikta: B
				Atlikta: B
				Atlikta: B
				Atlikta: B
				Atlikta: B

4.6 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai 2015)

KOORDINATORIAUS REIKALAVIMAI

Eil. Nr.	Data	Koordinatoriaus reikalavimai ir pažeidimų pašalinimo terminai	Paskirto atsakingo asmens už pažeidimų pašalinimą vardas, pavardė, parašas ir data	Įrašai apie reikalavimų įvykdymą
	2015-05-08	Užfiksuoti kad visi darbuotojai dirbtų nusiurbus plius liemenes		Atlikta: B
	2015-05-08	9 ir 10 aukštuose įrengti apšvietimą apšvietimo juosta		
	2015-05-08	VI aukšte reaptverta lyfto bachtai žemopoje delijje. Užtvirtuoti bachtai ant 9 ir uždengti reikiama.		Atlikta: B
	2015-05-14	Darbuotojas montuosantis laiptines klojamas II aukšte, neužsriegę saugos apraibys. Užsriegę saugos apraibys uždelsi IX aukšte neužsriegę laiptinės saugos. Užtvirtuoti angos iki 2015-05-1. "South" korpusė darbuotojas dirba ant reaptvertos mūrinių stalo sumontuoti apšvietimą iki 2015-05. Apsaugojimai šonkliai VI a. sumontuoti ne visų perimetrui su tarpais. Suglaudinti šonkliai orinčiai apšviet perdaugos laiptų. Metalinės laiptinės / lysty pusėje vėdinamame aukšte reaptverta aikštelė. Užtvirtuoti aikštelės krestai	Šioje vietoje pasirašo darbų vadovai.	

4.7 pav. Darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus pildomas žurnalas (Koordinatoriaus reikalavimai 2015)

IŠVADOS

Nelaimingi nutikimai darbe yra itin opi problema ne tik užsienyje, bet ir Lietuvoje. Statybos sektoriuje per metus įvyksta apie 60000 tūkst. nelaimingų atsitikimų. Nelaimingi įvykiai darbe įmonėms užtraukia ir finansinius įsipareigojimus, pvz., vien JAV darbininkams yra išmokama apie 54 mln. dolerių. Didžiojoje Britanijoje susižalojusiems darbuotojams per 2013 metus buvo išmokėta apie 1,1 mlrd. svarų sterlingų.

Planuojant darbų saugą būtina parengti technologinę darbų atliko kortelę, kurioje būtų nurodytos pavojingos darbo vietos su veikiančiais pavojingais veiksniais bei aprašyti darbų saugos sprendiniai.

JAV išskiriami keturi pavojingi veiksniai: kritimas iš aukščio, daiktų užkritis, elektros poveikis bei prispaudimas/suspaudimas. Lietuvoje prie pavojingų veiksnių priskiriamas dar vienas veiksnys darbas tranšėjose/žemių užvirtimas. Jeigu būtų įmanoma pašalinti šias pagrindines pavojingų veiksnių priežastis, tai per metus būtų galima išsaugoti 478 darbininkų gyvybes.

Viena pagrindinių nelaimingų nutikimų priežasčių – žmogaus klaidos, nes dažniausiai darbuotojams nepakanka turimų žinių apie darbų saugą, taip pat nesugebama teisingai identifikuoti pavojingų veiksnių. Todėl reikėtų daugiau dėmesio skirti darbuotojų instruktavimui, mokymams, tam panaudojant virtualųjį aikštelės vaizdą. Statybos darbų vadovai turėtų nuolatos bendrauti su darbininkais darbų saugos klausimais, pamatę pavojingas situacijas, užkirsti kelią, o ne praleisti pro akis. Įmonės galėtų taikyti baudų sistemą, t.y. nustatyti pačias svarbiausias taisykles, už kurių pažeidimus darbininkams būtų skiriami įspėjimai, o už pakartotinius šių taisyklių pažeidimus būtų laikinai arba visam laikui šalinami iš objekto. Iš pradžių tai sukeltų darbininkų nepasitenkinimą, tačiau, laikui bėgant, tokia sistema padėtų sumažinti pavojingų situacijų skaičių.

Kadangi statybos projektai yra dinamiški, jie keičiasi kiekvieną dieną, o vienus pavojingus veiksnius keičia kiti, dėl to sunku nustatyti, kur, kada ir kokios darbų saugos priemonės reikalingos. Šiuo atveju puiki išeitis būtų naudoti BIM, kuris padėtų surasti visas esamas ir būsimas pavojingas vietas, kuriose reikalingi apsauginiai aptvarai. Taip pat pateiktų reikalingų išteklių kiekius bei kalendorinį grafiką, kada reikėtų šių aptvarų. Tačiau Lietuvoje šiuo metu tai būtų sunku įgyvendinti, nes tik vienetamas, šiuo metu vykdomų projektų naudojamas BIM.

Darbe išanalizuotos 90 nelaimingų nutikimų, įvykusių 2004-2012 metais, ataskaitos. Aikštelės darbuotojai nėra aprūpinami arba aprūpinami, tačiau nenaudoja arba naudoja ne pagal reikalavimus asmenines apsaugos priemones. Tokia prielaida daroma todėl, kad iš 90 atvejų tik 10 buvo naudojamos asmeninės apsaugos priemonės, tačiau 5 atvejais darbininkai patyrė mirtinus, o kitais 5 - sunkius sužalojimus.

Taip pat buvo nustatytas pats rizikingiausias aukštis 2,0-4,0 metrai. Tai pirmo aukšto perdanga, todėl peršasi mintis, kad darbininkai tokia aukštyje nemato reikalo naudotis asmeninių

apsaugos priemonių, nes tai nėra labai didelis aukštis. Taip pat buvo nustatyta, kad baigiantis pamainai, apie 15 val. yra pavojingos darbo valandos. Pavojingiausios 11 bei 13 dienos, dažniausiai šiuo metu mokami atlyginimai. Nelaimingiems atsitikimams darbe įtakos turi sezoniškumas, t.y. šiltuoju metų laiku įvyksta daugiau nelaimingų atsitikimų. Remiantis gautais rezultatai, galima teigti, kad reikėtų didesnę dėmesį skirti darbų saugai, kai darbai vykdomi sąlyginai nedideliame aukštyje (2-4 m), baigiantis pamainai, taip pat šiltuoju metų sezonu.

Atliekant darbus geriausia įrengti kolektyvines apsaugos priemones, tačiau kai to padaryti neįmanoma, būtina naudoti asmenines apsaugos priemones (apraišus, lynus).

Siekiant apsisaugoti nuo kritimo iš aukščio ar dirbant netoli perdangos krašto (pvz., montuojant fasadus) suformuotos alternatyvos dviejų lynų sistemai, kurią sudaro inkarai, kurie įtvirtinti perdangoje, per juos prakištas lynas. Prie lyno kabinamas saugos bloko lynas, kurio kitas galas kabinamas prie apraišus dėvinčio darbininko.

Norint apsisaugoti nuo kritimo nuo konstrukcijų, naudojami apraišai ir saugos lynai, kurių vienas galas kabinamas prie apraišo, o kitas – prie tinkamai įtvirtintos konstrukcijos.

Alternatyvų variantai suformuoti remiantis tuo, kokie gaminiai šiuo metu yra siūlomi rinkoje.

Alternatyvos aprašytos rodikliais, kurių reikšmingumas nustatytas naudojantis ekspertų apklausos metodu. Didelę įtaką pasirinkimui turi komplekto kaina, apraišo bei saugos bloko svoriai.

Geriausiai alternatyvai parinkti naudojami TOPSIS grey bei WASPAS - G metodai. Šie metodai pasirinkti todėl, kad kai kurie rodikliai išreikšti pilkaisiais skaičiais (intervalu).

Kiekvienoje statybos aikštelėje turėtų būti pildomas darbų saugos ir sveikatos koordinatoriaus žurnalas. Tokiu būdu lengviau sekti, kam rašomos pastabos, ar šios pastabos dažnai kartojasi. Jei taip reikėtų pagalvoti apie papildomus instruktažus bei nepamiršti skirti daugiau tam dėmesio.

NAUDOTA LITERATŪRA

- Antuchevičienė, J.; Stasiulionis, A. 2012. *Statybos verslo projektavimas ir investicijos*. Vilnius: Technika. 164 p.
- Bagočius, V.; Zavadskas, E. K.; Turskis, Z. 2013. Multi-criteria selection of a Deep-Water Port in Klaipėda. *Procedia Engineering* 57: 144-148.
- Benjaoran, V., Bhokha, S. 2010. An integrated safety management with construction management using 4D CAD model. *Safety Science* 48: 395-403.
- BIM and health and safety in the construction sector 2014 (interaktyvus) [žiūrėta 2015-05-09]. Prieiga per internetą < <http://www.shponline.co.uk/bim-health-safety-construction-sector/>>.
- BIM technologijos išlaisvina kūrybiškumą (interaktyvus) 2014 [žiūrėta 2014-07-12]. Prieiga per internetą <<http://sa.lt/bim-technologijos-islaisvina-kurybiskuma/>>.
- Chen, Q.; Jin, R. 2015. A comparison of subgroup construction workers' perceptions of a safety program. *Safety Science* 74:15-26.
- Construction's "Fatal Four" 2014 (interaktyvus) [žiūrėta 2015-05-09]. Prieiga per internetą <<https://www.osha.gov/oshstats/commonstats.html>>.
- Construction industry (interaktyvus) 2014 [žiūrėta 2015-05-09]. Prieiga per internetą < <http://www.hse.gov.uk/Statistics/industry/construction/index.htm>>.
- Darbo įrenginių bendrieji nuostatai 1999 (interaktyvus) [žiūrėta 2014-11-07]. Prieiga per internetą < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=93882&p_query=&p_tr2=>.
- Darbu saugos priemonės 2014^a (interaktyvus) [žiūrėta 2014-11-10]. Prieiga per internetą < <http://www.darborubaivilnius.lt/apraisai/75-apraisai-p-02.html>>.
- Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai 2008 (interaktyvus) [žiūrėta 2014-11-07]. Prieiga per internetą < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=313431&p_query=&p_tr2=>
- Dėjus, T. 2011. Safety of technological project using multi-criteria decision making methods. *Journal of Civil Engineering and management* 17: 177-183.
- Dėjus, T. 2013. Typical Solutions for the construction Site Employees' Safety. *Procedia Engineering* 57: 238-243.
- Dėjus, T.; Antuchevičienė, J. 2013. Assessment of health and safety solutions at a construction site. *Journal of Civil Engineering and Management* 19: 728-737.
- Dingsdag, D. P.; Biggs, H.; Sheahan, V. 2008. Understanding and defining OH&S competency for construction site positions: Worker perceptions. *Safety Science*, 46: 619–633.
- Dong, X.S.; Choi, S. D.; Borchardt, J. G. et al., 2013. Fatal falls from roofs among U.S. construction workers. *Journal of Safety Research* 44: 17-27.

- Guo H. L.; Li, H.; Li, V. 2013. VP-based safety management in large-scale construction projects: A conceptual framework. *Automation in Construction* 34: 16–24.
- Huge increase in construction workers falling from heights (interaktyvus) 2012 [žiūrėta 2014-07-01]. Prieiga per internetą <<http://blog.recipro-uk.com/2012/11/huge-increase-in-construction-workers-falling-from-heights/#.U8Q-WHaTJDE>>.
- Hung, Y.; Smith-Jackson, T.; Winchester, W. 2011. Use of attitude congruence to identify safety interventions for small residential builders. *Construction Management and Economics*, 29: 113–130.
- Kaskutas V.; Dale, M.A.; Lipscomb, H.; et al., 2013. Fall prevention and safety communication training for foremen: Report of a pilot project designed to improve residential construction safety. *Journal of Safety Research* 44: 111–118.
- Kines, P.; Andersen, L.P.S.; Spangenberg, S.; et al. 2010. Improving construction site safety through leader-based verbal safety communication. *Journal of Safety research* 41:399-406.
- Leung, M.; Chan, I.Y.S.; Yu, J. 2012. Preventing construction worker injury incidents through the management of personal stress and organization stressors. *Accident analysis and prevention* 48: 156-166.
- Lin, Y. H.; Lee, P. C.; Chang, T. P.; Ting, H. I. 2008. Multiattribute group decision making model under the conditions of uncertain information. *Automation in Construction* 17: 792-797.
- Metodinės rekomendacijos statinio saugos ir sveikatos koordinatoriams (interaktyvus) 2008 [žiūrėta 2015-05-17]. Prieiga per internetą
<<http://www.vdi.lt/AtmUploads/StatinioStatybosSaugosIrSveikatosKoordinatoriams.pdf>>.
- Nelaimingas atsitikimas darbe (interaktyvus) 2014 [žiūrėta 2014-07-01]. Prieiga per internetą
<<http://www.vdi.lt/PdfUploads/NAAtmintineTiriantLengvus.pdf>>
- Nelaimingų atsitikimų darbe, įvykusių statybos sektoriuje per 2014 metų I pusmetį, pokyčių analizė (interaktyvus) 2014 [žiūrėta 2015-05-09]. Prieiga per internetą
< http://www.vdi.lt/PdfUploads/NAstatyboseAnalyze2014_1_p.pdf>.
- Ning, X.; Lam, K.; Lam, M. 2011. A decision-making system for construction site layout planning. *Automation in Construction* 20: 459-473.
- Norlander, A.; Miller, M.; Gard, G. 2015. Perceived risks for slipping and falling during winter time and criteria for a slip-resistant winter shoe among Swedish out door workers. *Safety Science* 73: 52-61.
- Ozmec, M.N.; Karlsen, I.L.; Kines, P., et al. 2015. Negotiating safety practice in small construction companies. *Safety Science* 71: 275-281.
- Park C.S, Kim, H.J. 2013. A frame work for construction safety management and visualization system. *Automation in Construction* 33: 95–103.

- Perlman, A.; Sacks, R.; Barak, R. 2014. Hazard recognition and risk perception in construction. *Safety Science*. 64: 22-31.
- Pinter, U.; Pšunder, I. 2013. Evaluating construction project success with use of the M-TOPSIS method. *Journal of Civil Engineering and Management* 19: 16-23.
- Raheem, A. A.; Hinze, J. W. 2014. Disparity between construction safety standards: A global analysis. *Safety Science* 70: 276-287.
- Sacks, R.; Perlman, A.; Barak, R. 2013. Construction safety training using immersive virtual reality. *Construction Management and Economics* 31: 1005-1017.
- Safa, M.; Shahi, A.; Haas, C.; et al. 2014. Supplier selection process in an integrated construction materials management model. *Automation in Construction*. 48: 64-73
- Sanchez, J.; Solano, J.; et al. 2013. Geographical information systems (GIS) and multi-criteria decision making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: case study in south - eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24: 544-556.
- Saugos ir sveikatos taisyklės statybose (interaktyvus) 2008 [žiūrėta 2014-11-05]. Prieiga per internetą <<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=117505&Condition2>>.
- Staniūnas, M.; Medineckienė, M.; Zavadskas, E. K.; Kalibatas, D. 2012. To modernize or not: Ecological–economical assessment of multi-dwelling houses modernization. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 13: 88-98.
- Statybiečių planinių patikrinimų akcijos rezultatai (interaktyvus) 2012 [žiūrėta 2014-07-01]. Prieiga per internetą <http://www.vdi.lt/Tekstai/Tekstai1.aspx?Tekstai_ID=190>.
- Šiožinytė, E.; Antuchevičienė, J. 2013. Solving the problems of day lighting and tradition continuity in a reconstructed vernacular building. *Journal of Civil Engineering and Management* 19: 873-882.
- Šiožinytė, E.; Antuchevičienė, J.; Kutut, V. (2014). Upgrading the old vernacular building to contemporary norms: multiplecriteria approach. *Journal of Civil Engineering and Management* 20: 291-298.
- Tan, Y.; Shen, L.; et al. 2006. Construction project selection using fuzzy TOPSIS approach. *Journal of Modelling and Management*. Vol. 5. ISSN:1746-5664.
- Tyalan, O.; Bafail, A., et al. 2014. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing* 17: 105-116.
- Vafaeipour, M.; Zolfani, S. H.; Varzandeh, M. H. M.; et al. 2014. Assesment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi–criteria decision making approach. *Energy Conversion and Management* 86: 653-663.
- Zagorskas, J.; Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; et al. 2014. Thermal insulation alternatives of historic brick buildings in Baltic Sea Reagion. *Energy and Buildings* 78: 35-42.

- Zavadskas, E. K., et al. 2010. Contractor selection for construction works by applying saw-g and topsis grey techniques. *Journal of Business Economics and Management* 11: 34-55.
- Zavadskas, E. K et al. 2010. Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management* 16: 33-46.
- Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Antuchevičienė, J.; Zakarevičius, A. 2012. Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Electronics and Electrical Engineering* 122 (6): 3-6.
- Zavadskas, E. K.; Antuchevičienė, J.; Šaparauskas, J.; Turskis, Z. 2013. Multi-criteria Assessment of Facades' Alternatives: Peculiarities of Ranking Methodology. *Procedia Engineering* 57: 107-112.
- Zhang, S., et al. 2013. Building information modeling (BIM) and safety: automatic safety checking of construction models and schedules. *Automation in Construction* 29: 183-195.
- Zhang, S., et al. 2015. BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning. *Safety Science* 72: 31-45.
- Zhou, Z., et al. 2015. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety Science* 72: 337-350.
- Zolfani, S. H.; Aghdaie, M. H.; Derakhhti, A.; et al. 2013. Decision making on business issues with foresight perspective; anaplication of new hybrid MCDM modeling shopping mall locating. *Expert Systems with Applications* 40 (17): 7111-7121.