



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Saulius Lašas

**INFORMACIJOS APIE PLOKŠČIUOSIUS EKSPLOATUOJAMUS STOGUS
TRŪKUMO ANALIZĖ IR DUOMENŲ BAZĖS KŪRIMAS**

**ANALYSIS OF INFORMATION NEEDS AND DEVELOPMENT OF
DATABASE FOR EXPLOITABLE FLAT ROOFS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybų technologijos studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Edmundas K. Zavadskas

(Vardas, pavardė)

2014-06-03

(Data)

Saulius Lašas

**INFORMACIJOS APIE PLOKŠČIUOSIUS EKSPLOATUOJAMUS STOGUS
TRŪKUMO ANALIZĖ IR DUOMENŲ BAZĖS KŪRIMAS**

**ANALYSIS OF INFORMATION NEEDS AND DEVELOPMENT OF
DATABASE FOR EXPLOITABLE FLAT ROOFS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybų technologijos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Darius Migonius

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

Mt. Riua Gethuini

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2014

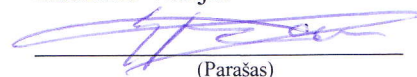
Statybų technologijos studijų kryptis

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas



(Parašas)

Edmundas K. Zavadskas

(Vardas, pavardė)

2014-06-03

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2013 10 07 Nr. 6

Vilnius

Studentui (ei) SAULIUI LAŠUI.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: INFORMACIJOS APIE PLOKŠČIUOSIUS EKSPLOATUOJAMUS STOGUS
TRŪKUMO ANALIZĖ IR DUOMENŲ BAZĖS KŪRIMAS.....

patvirtinta 2013 m. birželio 7 d. dekanų potvarkiu Nr. 572.....

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2014 m. birželio 4 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

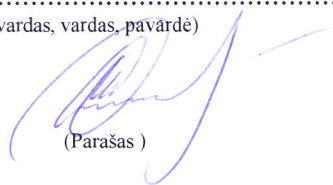
1. Surinkti informaciją ir atlikti plokščiųjų eksploatuojamų stogų Lietuvoje bei užsienio šalyse analizę.
2. Atlikti apklausą apie plokščiųjų eksploatuojamų stogus Lietuvos mastu, nustatyti informacijos poreikį.
3. Nustatyti statybos sąmatinės kainos ir laiko sąnaudų padidėjimą dėl daromų klaidų projektuojant bei įrengiant eksploatuojamus stogus.
4. Sukurti klasifikuotą duomenų bazę su galimais plokščiųjų eksploatuojamų stogų pasirinkimo variantais, projekciniais sprendiniais, mazgais ir rekomendacijomis.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
.....
.....
.....

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

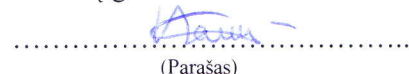
Vadovas


(Parašas)

doc. dr. Darius Migilinskas

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

Užduotį gavau


(Parašas)

Saulius Lašas

(Vardas, pavardė)

2013-10-01
(Data)

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Saulius Lašas, 20082681

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos technologijos ir valdymas, STVfm-12

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2014 m. gegužės 12 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Informacijos apie plokščiuosius eksploatuojamus stogus trūkumo analizė ir duomenų bazės kūrimas“ patvirtintas 2013 m. lapkričio 7 d. dekanų potvarkiu Nr. 572st, 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: dr. Darius Migilinskas. Mano darbo vadovas dr. Darius Migilinskas.

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



(Parašas)

Saulius Lašas

(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Statybos fakultetas

Statybos technologijos ir vadybos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk. 1

Data 2014-06-18

Statybos technologijos ir valdymo studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Informacijos apie plokščiuosius eksploatuojamus stogus trūkumo analizė ir duomenų bazės kūrimas**

Autorius: **Saulius Lašas**

Vadovas: doc. dr. **Darius Migilinskas**

Kalba

☒ X

lietuvių

☐ užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjami Lietuvoje įrengiami eksploatuojami stogai. Pateikiama galima eksploatuojamų stogų klasifikacija naudojantis Lietuvos ir užsienio šalių patirtimi. Atlikta kvalifikuotų statybos darbų vadovų apklausa apie eksploatuojamus stogus Lietuvoje. Remiantis apklausos rezultatais, parodomas informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą ir įrengimą trūkumas. Atlikta daromų klaidų analizė. Apskaičiuoti laiko nuostoliai ir statybos sąmatinės kainos išaugimas dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus. Įvertinus informacijos trūkumą ir daromas klaidas, kuriama Lietuvai reikalinga duomenų bazė su galimais eksploatuojamų stogų pasirinkimo variantais, mazgais, daromomis klaidomis ir rekomendacijomis. Duomenų bazei sukurti naudojamas sprendimų priėmimo medis. Pateikiamos baigiamojo darbo išvados.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, 3 skyriai: eksploatuojamų stogų analitinė apžvalga, informacijos apie eksploatuojamus stogus poreikio analizė, eksploatuojamų stogų remonto kainos tyrimo rezultatai ir duomenų bazės kūrimas, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 94 p. teksto be priedų, 80 iliustr., 13 lent., 55 bibliografiniai šaltiniai.

Priedas – eksploatuojamų stogų duomenų bazė, pateikiamas kompiuterinėje laikmenoje.

Prasminiai žodžiai: eksploatuojamas stogas, stogų klasifikacija, stogų įrengimo klaidos, defektai, duomenų bazė.

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

ISBN ISSN
Copie No. 1
Date 2014-06-18

Construction management study programme master thesis

Title: **Analysis of information needs and development of database for exploitable flat roofs**

Author: **Saulius Lašas**

Academic supervisor: doc. dr. **Darius Migilinskas**

Language

☐ lithuanian

☒ english

Annotation

This thesis examines exploitable flat roofs in Lithuania. Presenting exploitable flat roofs classification using the experience of Lithuania and foreign countries. There was made the survey about exploitable flat roof of qualified construction supervisors. Based on the results of survey there is a lack of information in the design and installation of exploitable flat roofs. There are mistakes analysis, calculation of the loss of time and the estimated construction cost growth because of mistakes in design and installation of roofs. Analysis of information lack and possible mistakes, developed database for exploitable flat roofs included roof options, nodes, mistakes and recommendations. The decision tree making is used for creation of database. The conclusions are attached.

Structure: introduction, 3 chapters: analytical review of exploitable flat roofs, analysis of information needs for exploitable flat roofs, repair price survey results and the development of data base for exploitable flat roofs, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 94 p. text without appendixes, 80 pictures, 13 tables, 55 bibliographical entries.

Appendixes included – exploitable flat roofs database in compact disc.

Keywords: exploitable flat roof, roof classification, roof defects, database.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	9
ĮVADAS.....	12
1. EKSPLOATUOJAMŲ STOGŲ ANALITINĖ APŽVALGA.....	13
1.1. Eksploatuojami stogai pagal rūšį	13
1.1.1. Žalieji stogai.....	14
1.1.2. Rudieji stogai	19
1.1.3. Terasos.....	21
1.1.4. Automobilių aikštelės, praėjimai, pravažiavimai.....	22
1.2. Eksploatuojami stogai pagal veikiančias apkrovas	23
1.3. Eksploatuojami stogai pagal jų konstrukcinį sprendinį.....	24
1.4. Eksploatuojami stogai pagal šilumos izoliacinį sluoksnį.....	26
1.5. Eksploatuojami stogai pagal hidroizoliacinį sluoksnį	28
1.6. Eksploatuojami stogai pagal drenuojantį sluoksnį.....	36
2. INFORMACIJOS APIE EKSPLOATUOJAMUS STOGUS POREIKIO ANALIZĖ.....	47
2.1. Bendra informacija.....	48
2.2. Informacijos apie eksploatuojamus stogus trūkumas	51
2.3. Informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą trūkumas ir projektavimo klaidos	55
2.4. Informacijos apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją ir naudojamus medžiagas trūkumas	60
2.5. Informacijos trūkumo ir daromų klaidų pasekmės.....	69
3. EKSPLOATUOJAMŲ STOGŲ REMONTO KAINOS TYRIMO REZULTATAI IR DUOMENŲ BAZĖS KŪRIMAS.....	71
3.1. Tyrimo rezultatai	71
3.2. Sprendimų priėmimo medis eksploatuojamiems stogams	82
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	91
LITERATŪRA.....	92

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Ekstensyvaus ir intensyvaus želdinimo skirtumai (Walles 2003).....	16
1.2 lentelė. Žaliųjų stogų trūkumai.....	19
1.3 lentelė. Įvairių plėvelinių dangų žymenys.....	33
1.4 lentelė. Maksimali duobėtų lakštų apkrova.....	40
1.5 lentelė. Lakštų suspaudimas ties tam tikromis apkrovomis.....	40
1.6 lentelė. Betono sluoksnio storis, priklausantis nuo transporto rūšies.....	44
3.1 lentelė. Neteisingo terasos projektinio sprendinio 1m ² įrengimo kaina ir darbo valandos...	73
3.2 lentelė. Terasos ardymo darbų kaina ir darbo valandos.....	73
3.3 lentelė. Terasos įrengimo kaina ir darbo valandos.....	74
3.4 lentelė. Kainos padidėjimas dėl daromų klaidų.....	80
3.5 lentelė. Laiko sąnaudų padidėjimas dėl daromų klaidų.....	80
3.6 lentelė. Rekomendacijos įrengiant ir projektuojant eksploatuojamus stogus – pravažiavimus	89
3.7 lentelė. Daromos klaidos įrengiant ir projektuojant eksploatuojamus stogus – pravažiavimus.....	90

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Eksploatuojami stogai pagal rūšį.....	13
1.2 pav. Žaliųjų stogų klasifikacija.....	14
1.3 pav. Intensyvaus želdinimo stogas (Nicholas 2010).....	15
1.4 pav. Ekstensyvaus stogo pavyzdys (Wilkinson 2010).....	15
1.5 pav. Paviršiaus temperatūra paprasto plokščio stogo (kairė) ir žaliojo stogo (dešinė) (Connelly; Liu 2005).....	17
1.6 pav. Rudasis stogas (biologinės įvairovės stogas) (Defra 2002).....	20
1.7 pav. Eksploatuojamas stogas-terasa.....	22
1.8 pav. Automobilių aikštelė (Ustinovičius <i>et al.</i> 2012).....	23
1.9 pav. Eksploatuojami stogai pagal apkrovas.....	23
1.10 pav. Eksploatuojami stogai pagal konstrukcinį sprendinį.....	24
1.11 pav. Ekstrūdinio putplasčio taikymas atvirkštiniame stoge (atvirkštiniai stogai 2013).....	25
1.12 pav. Siūlomas atvirkštinio stogo mazgas.....	26
1.13 pav. Eksploatuojami stogai pagal šilumos izoliacinį sluoksnį.....	27
1.14 pav. Eksploatuojami stogai pagal hidroizoliacinį sluoksnį.....	28
1.15 pav. Hidroizoliacinės dangos pagal dangos tvirtinimo būdą.....	28
1.16 pav. Ritininės stogo dangos struktūros formavimas prilydant juostas (Zavadskas <i>et al.</i> 2008).....	29
1.17 pav. Perkaitinta stogo danga (Walter <i>et al.</i> 2004).....	30
1.18 pav. Įrenginiai prilydomosioms medžiagoms kloti (Zavadskas <i>et al.</i> 2008).....	32
1.19 pav. Plėvelinių dangų tvirtinimas (Migilinskas 2002).....	35
1.20 pav. Eksploatuojamų stogų klasifikacija pagal drenuojantį sluoksnį.....	36
1.21 pav. Eksploatuojamas stogas su plauto žvyro drenažu (Kauno šilas 2014).....	37
1.22 pav. Perdirbtos gumos drenažas žaliajam stogui (Rincon <i>et al.</i> 2014).....	38
1.23 pav. Supaparastintas drenažo sistemos su oro tarpu vaizdas (Faulkner 1993).....	38
1.24 pav. Drenažo sluoksnis su medine-pvc grindų danga (Buzon installation guide 2012).....	39
1.25 pav. Duobėtųjų lakštų rūšys.....	40
1.26 pav. Duobėtieji lakštai su geotekstile (Techninis gidas 2013).....	42
1.27 pav. Prijungimas prie durų (Techninis gidas 2013).....	42
1.28 pav. Prijungimas prie parapeto (Techninis gidas 2013).....	43

1.29 pav. Automobilių aikštelės įrengimas.....	43
1.30 pav. Duobėtieji lakštai be geotekstilės sluoksnio (technical guide 2013).....	44
1.31 pav. Automobilių aikštelė su duobėtųjų lakštų drenuojančiu sluoksniu.....	45
1.32 pav. Duobėtųjų lakštų drenažinės savybės.....	45
1.33 pav. ENKADRAIN 5004C/M110PP (Enkadrain drenažas 2014).....	46
1.34 pav. Eksploatuojamas stogas su geokompozitiniu drenažu.....	47
2.1 pav. Respondentų nuomonė apie įmonės dydį.....	49
2.2 pav. Respondentų nuomonė apie įmonių veiklos trukmę.....	49
2.3 pav. Apklauso rezultatai: įmonės veiklos kryptis.....	50
2.4 pav. Apklauso rezultatai: ar įmonėse įrengiami/projektuojami eksploatuojami stogai.....	50
2.5 pav. Apklauso rezultatai: ar apklaustasis dalyvavo projektuojant ar įrengiant eksploatuojamą stogą.....	51
2.6 pav. Apklauso rezultatai: šlaitinis stogas.....	51
2.7 pav. Apklauso rezultatai: žalieji stogai.....	52
2.8 pav. Apklauso rezultatai: automobilių aikštelė.....	52
2.9 pav. Apklauso rezultatai: plokštieji stogai.....	53
2.10 pav. Apklauso rezultatai: terasos.....	53
2.11 pav. Apklauso rezultatai: pėsčiųjų perėjos ir pravažiavimai virš statinių.....	54
2.12 pav. Apklauso rezultatai: rudieji stogai.....	54
2.13 pav. Respondentų nuomonė apie eksploatuojamų stogų informacijos trūkumą.....	55
2.14 pav. Gamintojo siūlomas atvirkštinio stogo mazgas (Isover eksploatuojami stogai 2014)..	56
2.15 pav. Eksploatuojamo stogo mazgas (Isover eksploatuojami stogai 2014).....	57
2.16 pav. Styrofoam eksploatuojamas atvirkštinis stogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014)	57
2.17 pav. Styrofoam eksploatuojamas atvirkštinis stogas – terasa (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014).....	58
2.18 pav. Fynfoam atvirkštinio stogo mazgas (Atvirkštiniai stogai 2013).....	58
2.19 pav. Tradicinis eksploatuojamas stogas (Karablikovas 2011).....	59
2.20 pav. Atvirkštinis stogas praėjimas – pravažiavimas (Karablikovas 2011).....	59
2.21 pav. Referentų nuomonė apie eksploatuojamiems stogams naudojamas medžiagas.....	60
2.22 pav. Apklauso rezultatai apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją.....	61
2.23 pav. Perkaitinta stogo danga (Walter <i>et al.</i> 2004).....	63

2.24 pav. Per mažai šildyta siūlė (Walter <i>et al.</i> 2004).....	63
2.25 pav. Hidroizoliacinės dangos praspaudimas (Karablikovas 2011).....	64
2.26 pav. Neteisingas lakštų klojimas 1 nuotrauka (Karablikovas 2011).....	66
2.27 pav. Neteisingas lakštų klojimas 2 nuotrauka (Karablikovas 2011).....	66
2.28 pav. Sutrinti lakštai, praspasta hidroizoliacinė danga (Karablikovas 2011).....	67
2.29 pav. Neteisingas vitrinės įrengimas ant stogo (Karablikovas 2011).....	68
2.30 pav. Atplėštos nuo pagrindo plytelės (Karablikovas 2011).....	68
2.31 pav. Vandens pažeista siena (Karablikovas 2011).....	69
2.32 pav. Pažeista sienos ir lubų konstrukcija (Karablikovas 2011).....	70
3.1 pav. Terasos sprendiniai: kairėje – blogas (Karablikovas 2011), dešinėje – geras.....	72
3.2 pav. Praėjimų virš statinių sprendiniai: kairėje – blogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014), dešinėje – geras	75
3.3 pav. Stovėjimo aikštelės projektinis sprendinys.....	76
3.4 pav. Pravažiavimo virš statinių projektinis sprendinys.....	77
3.5 pav. Rudojo stogo sprendiniai: kairėje – blogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014), dešinėje – geras	78
3.6 pav. Žaliojo stogo sprendiniai: kairėje – blogas, dešinėje – geras.....	79
3.7 pav. Eksploatuojamų stogų pabrangimas kartais dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.....	81
3.8 pav. Laiko sąnaudų išaugimas kartais dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.....	81
3.9 pav. Terasos varianto pasirinkimas naudojant sprendimų priėmimo medį.....	83
3.10 pav. Matricinės struktūros duomenų bazei pavyzdys.....	84
3.11 pav. Sprendimo priėmimo medžio taikymas duomenų bazėje.....	85
3.12 pav. Duomenų bazės matricinė struktūra.....	86
3.13 pav. Matricinė struktūra hidroizoliacinei dangai ir drenažui pasirinkti.....	87
3.14 pav. Eksploatuojamo stogo mazgai.....	88

IVADAS

Plokščiųjų stogų sistemos esminiai pokyčiai įvyko per paskutinius 3 dešimtmečius. (Alwinkle 1996; Rossiter, Paroli 1997). Nuo mastikinėmis dangomis dengtų stogų pereita prie prilydomų ir sintetinių dangų, keitėsi rinkoje tiekiamos medžiagos technologijos ir dangos panaudojimo būdai, dėl aplinkosauginių reikalavimų sparčiai ėmė populiarėti eksploatuojami stogai. Pagal Lietuvos Respublikoje galiojančią techninę reglamentą „*STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos. Stogai*“ plokštieji eksploatuojami stogai turi atlaikyti apkrovas, būti nepralaidūs vandeniui ir saugoti stogo konstrukcijos elementus nuo jų veikiančių veiksnių.

Eksploatuojami stogai gali būti klasifikuojami įvairiais aspektais, taikomi skirtingi projektiniai sprendiniai, naudojamos skirtingos medžiagos ir technologijos (Migilinskas 2002). Dėl tokios didelės įvairovės klaidų atsiradimo priežastys yra jau projektavimo stadijoje. Dėl informacijos trūkumo klaidos kartojasi ir naujai įrengiamuose stoguose (Karablikovas 2011). Įrengtas klaidingas projektinis sprendinys reikalauja didelių lėšų remontui.

Atsižvelgiant į informacijos apie eksploatuojamus stogus trūkumą, norint sumažinti klaidų skaičių, sutaupyti laiko ir pinigų, reikalingas įrankis – duomenų bazė, padedanti išsirinkti eksploatuojamą stogą pagal visus jo klasifikacinius parametrus kartu su mazgais, dažniausiai daromomis klaidomis ir rekomendacijomis šio tipo stogams. Todėl šio darbo *tikslas* duomenų bazės eksploatuojamiems stogams Lietuvoje sukūrimas.

Siekiant įgyvendinti šį tikslą numatomi tokie uždaviniai:

1. Nustatyti visus galimus eksploatuojamų stogų klasifikacinius variantus ir atlikti analitinę jų apžvalgą.
2. Atlikti kvalifikuotų statybos darbų vadovų apklausą dėl informacijos poreikio apie eksploatuojamus stogus Lietuvoje.
3. Atlikti dažniausiai daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus analizę, įvertinti jų pasekmes, laiko nuostolius ir remonto išlaidas.
4. Sukurti duomenų bazę eksploatuojamiems stogams Lietuvoje.

1. EKSPLOATUOJAMŲ STOGŲ ANALITINĖ APŽVALGA

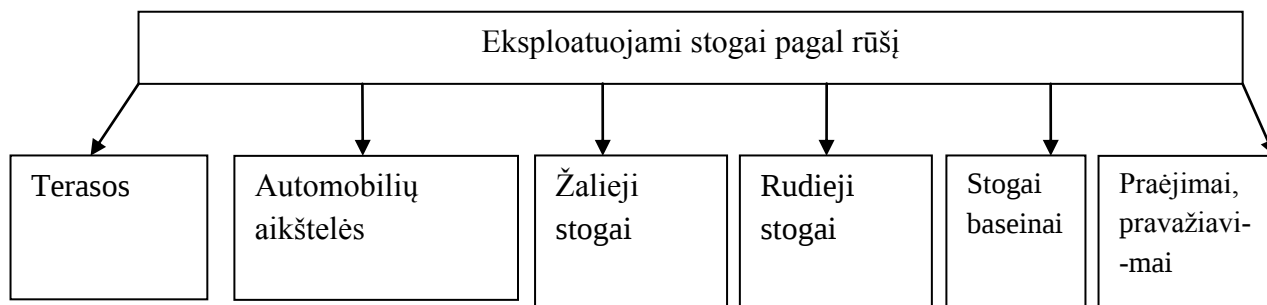
Eksplloatuojamus stogus galima klasifikuoti pagal įvairius parametrus:

- pagal jų rūšį;
- eksploatacinį režimą;
- veikiančias apkrovas;
- konstrukcinį sprendinį;
- šilumos izoliacinį sluoksnį,
- drenuojantį sluoksnį;
- hidroizoliacinį sluoksnį.

Šiame skyriuje apžvelgsime galimus klasifikacinius variantus, naudojantis užsienio ir Lietuvos mokslininkų patirtimi.

1.1. Eksploatuojami stogai pagal rūšį

Pagal eksploatuojamų stogų rūšis mokslininkai (Perry 2003; Zavadskas *et al.* 2008) išskiria tokius eksploatuojamus stogus, kurie pateikiami 1 paveiksle. Taip pat prie šios klasifikacijos reikėtų priskirti ruduosius stogus, kurie yra modifikuota žaliųjų stogų rūšis arba dar kitaip vadinami biologinės įvairovės stogai (Williams *et al.* 2010).



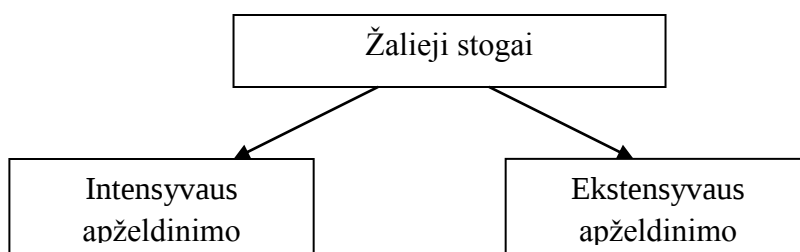
1.1 pav. Eksploatuojami stogai pagal rūšį

1.1.1. Žalieji stogai

Žalieji stogai (green roofs) dar vadinami ekostogais, gamtiniais stogais ar tiesiog gyvaisiais stogais. Tai tokie stogai, kurių viršutinis sluoksnis yra augalinis. Terasos ir automobilių aikštelės ant plokščių stogų įrengiamos dažnai, o apželdintus stogus ar stogų sodus kol kas galime pastebėti gana retai, nors jie pasaulyje jau seniai nėra laikomi egzotika.

Apželdinti stogai yra ekologiškai efektyvus, masyvus stogo paviršiaus apsauginis elementas. Leidžiant statybos taisyklėms ir vystantis statybos programoms, šie stogai yra taip išplitę, kad jų skaičius viršija iki šiol įprastą grunto užbėrimą (Kosareo, Ries 2006).

Apželdinti stogai skirstomi į dvi grupes: intensyvaus apželdinimo ir ekstensyvaus apželdinimo.



1.2 pav. Žaliųjų stogų klasifikacija

Intensyviai apželdinti stogai

Tokių stogų žemės substrato sluoksnio storį lemia augalai. Auginant krūmus ir nedidelius, iki 2–3 m. aukščio, medžius, reikia nuo 0,6 iki 1,5 m storio žemės sluoksnio. Kadangi naudojamas storas žemių sluoksnis, labai padidėja stogo konstrukcijų apkrova – tai būtina įvertinti rengiant naujo arba renovuojamo statinio projektą. Apkrovos gali siekti iki 400kg/m^2 . Intensyviai apželdintas stogas reikalauja nuolatinės priežiūros, augalams būtinos laikančios detalės.



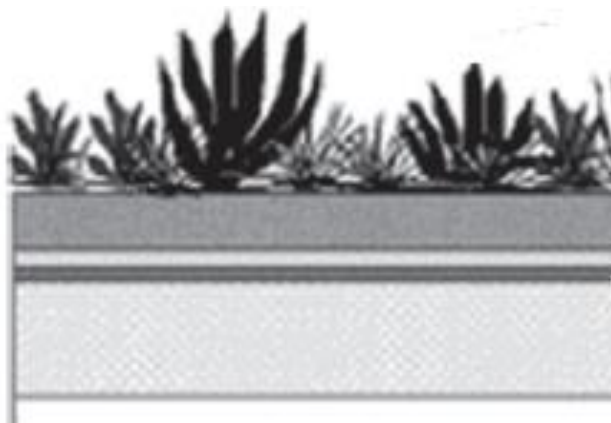
1.3 pav. Intensyvaus želdinimo stogas (Nicholas 2010)

Ekstensyviai apželdinti stogai

Dirvožemio sluoksnio storis iki 15 cm. Šio tipo stogas nereikalauja priežiūros, atsinaujina, natūraliai apsirūpina maisto medžiagomis. Ekstensyviai apželdintą stogą nesunku įrengti (Dunnett 2010).

Ekstensyvus apželdinimas tinka pramoninių ir prekybos pastatų, garažų, gyvenamųjų namų stogams, taip pat seniau pastatytiems pastatams, nes dėl nedidelio žemės sluoksnio susidaro palyginti nedidelė ($30\text{--}50\text{ kg/m}^2$) apkrova. Tačiau bet koku atveju būtina patikrinti stogo konstrukcijų laikomąją galią ir naudoti priemones, apsaugančias stogo dangą nuo augalų šaknų.

Šiam apželdinimo tipui tinkami augalai, kurie yra atsparūs sausrai, saulės radiacijai, šalčiui, yra ilgaamžiai ir kuriuos lengva prižiūrėti.



Iš viršaus: augalinis sluoksnis, apsauga nuo vėjo erozijos, dirvožemio sluoksnis, drenažas, hidroizoliacija, stogo konstrukcija.

1.4 pav. Ekstensyvaus stogo pavyzdys (Wilkinson 2010)

1.1 lentelėje pateikiami esminiai skirtumai tarp intensyvaus ir ekstensyvaus želdinimo.

1.1 lentelė. Ekstensyvaus ir intensyvaus želdinimo skirtumai (Walles 2003)

Ekstensyvus apželdinimas	Intensyvus apželdinimas
Minimalios išlaidos priežiūrai (du kartus per metus). Aprūpinimas vandeniu ir maisto medžiagomis vyksta natūraliai	Reikalinga reguliari, intensyvi priežiūra. (Pjovimas, laistymas, ravėjimas ir kt.)
Natūralus apželdinimas. Atsinaujinantis	Reikalingos augalų kompozicijos. Reikalauja priežiūros žiemos metu
Dirvos sluoksnis plonas, svoris mažas. Mineraliniai substratai iki 10cm. Apkrova 50–150kg/m ²	Storas dirvos sluoksnis. Didelis svoris. Storis daugiau kaip 10cm. Svoris daugiau kaip 150kg/m ²
Mažesnės išlaidos, paprastesnis įrengimas, pigesnis išlaikymas	Didesnės išlaidos projektavime ir įrengime. Brangesnis išlaikymas

Žaliųjų stogų privalumai

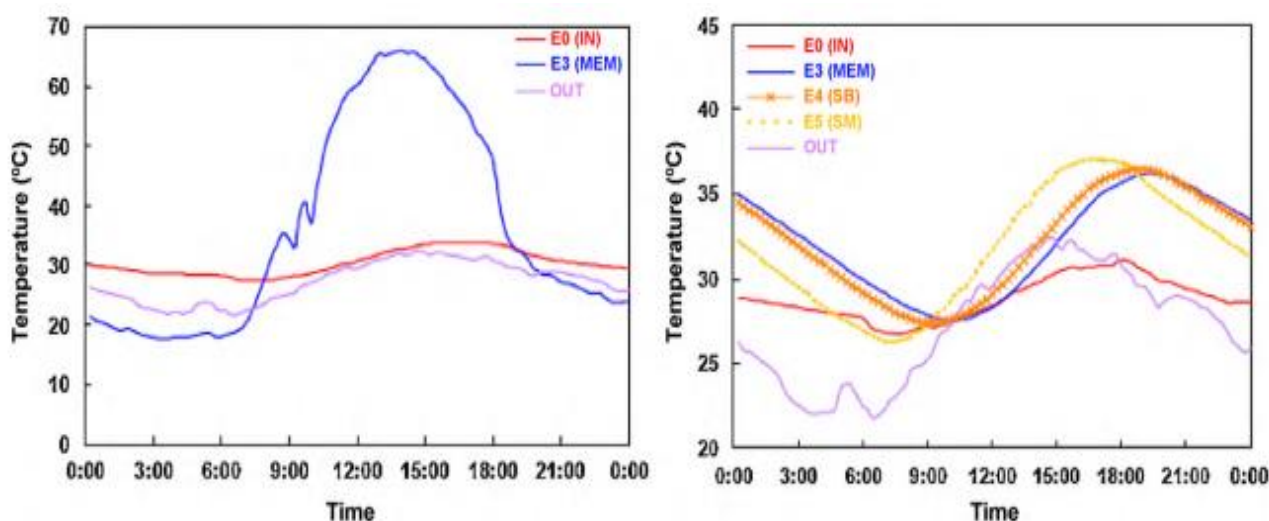
Lietaus vandens nutekėjimas

Žalieji stogai sulaiko vandenį, tačiau per didelę audrą sistema taip pat persipildo vandens. Tačiau su tokia sistema galima išvengti vandens pertekliaus ant stogo paviršiaus. Žalieji stogai dalį vandens per drenažą nukreipia į įlajas, vandens perteklių sugeria dirvožemio sluoksnis, dėl šios priežasties išvengiama stogo užtvindymo net ir per dideles audras. Žalieji stogai gali atidėti vandens nuotėkį nuo 95min. (Liu, 2003) iki 4h. Taigi žalieji stogai gali reguliuoti vandens nutekėjimo greitį.

Hidroizoliacinių dangų naudojimo prailginimas

Dirvožemio sluoksnis ir augalija apsaugo stogo hidroizoliacinę dangą nuo ultravioletinių saulės spindulių tiesioginio poveikio. Šie spinduliai gali pažeisti tradicines bitumines dangas. Sistema taip pat sumažina dienos ir nakties temperatūrų svyravimus ant dangos paviršiaus, dėl to

sumažėja dangos plėtimasis ir traukimas. Palyginimui: plokščiojo bituminio stogo temperatūrų svyravimo amplitudė yra 50°C, o žaliojo stogo – tik 3°C (Connelly; Liu 2005). Peckas (Peck 2001) nustatė, kad žalieji stogai prailgina hidroizoliacijos naudojimo laiką 2–3 kartus. Jis palygino plokščiųjų stogų ir eksploatuojamų žaliųjų stogų paviršiaus temperatūrą vasaros metu. Paprastų bituminių stogų paviršius gali įkaisti iki 80°C, o tai žaliųjų stogų paviršius įkaista iki 24°C (1.5 pav.). Įkaitusi danga gali pradėti lydytis ir netekti savo eksploatacinių savybių. Įrengiant žaliuosius stogus ši problema išsprendžiama, nes augalinis sluoksnis neleidžia dangai perkaisti. Eksploatuojami stogai prailgina dangos ilgaamžiškumą.



1.5 pav. Paviršiaus temperatūra paprasto plokščio stogo (kairėje) ir žaliojo stogo (dešinėje) (Connelly, Liu 2005)

Energijos taupymas

Žaliųjų stogų augalinis ir dirvožemio sluoksnis padeda kuo mažiau sugerti saulės spindulius (Castleton *et al.* 2013), dėl to vasarą vidaus temperatūra sumažėja 3–4°C, kai išorėje temperatūra būna 35–30°C. Kiekvienas vidaus temperatūros sumažėjimas 0,5°C padeda sutaupyti elektros, kuri panaudojama kondicionierių sistemoms, iki 8 %. Pastatai iš viso suvartoja 36 % visos energijos ir 64 % elektros energijos, todėl žaliųjų stogų įrengimas plačiu mastu galėtų padėti sutaupyti. Labergo 2003 m. atliktas tyrimas parodė, kad jei visoje Čikagoje būtų įrengti žalieji stogai, tai sutaupyti būtų galima 100 000 000 JAV dolerių. Žalieji stogai sumažina šilumos nuostolius 0,12–0,2 % ir vėdinimo nuostolius 6,4 % (Saiz-Alcazar 2005). Labiausiai energijos sutaupymas pasireiškia vasaros mėnesiais. Žalieji stogai taip pat veikia kaip izoliacinė medžiaga. Karštomis vasaros dienomis, skirtingai nei juodi, šilumą traukiantys stogai, jie garina vandenį ir

taip vėsina pastatą. Šaltu oru prideda papildomą termoizoliacinį sluoksnį. Didelė žaliųjų stogų koncentracija leidžia išvengti „karščio salos“ efekto, sumažindama vidutinę miesto temperatūrą net iki 4 laipsnių ir didindama drėgmę karštomis, sausomis vasaros dienomis.

Estetinis vaizdas

Žalieji stogai mieste ne tik pagyvina vaizdą, bet ir padeda žmonėms. Augalija ir gėlės mažina stresą, mažina kraujospūdį, atpalaiduoja raumenis, teigiamai veikia emociškai. Šie privalumai gali būti traktuojami kaip sveikatos gerinimas ir padidėjęs darbuotojų produktyvumas. Atliktas tyrimas (Kaplan 1988) parodė, kad žmonės, kurie dirba šalia gyvosios gamtos, patiria mažiau streso, geriau atlieka darbus ir mažiau skundžiasi galvos skausmais bei kitais susirgimais.

Oro taršos ir triukšmo mažinimas

Žalieji stogai sugeria teršalus ir grynina orą. Nešvarumų dalelės su lietumi nuplaunamos ir įsigeria į dirvožemio sluoksnį, kur vėliau pašalinamos pro vandens nutekėjimo sistemą į kanalizaciją. Žaliųjų stogų 1m² per metus pašalina 0,2 kg kietųjų dalelių. Taip pat atliktas tyrimas rodo, kad stogai mažina ne tik CO₂ kiekį, bet ir 21% sumažina sieros dioksido kiekį ir azoto rūgšties kiekį. Mokslininkai iš JAV, Mičigano valstijos universiteto, pamatavo anglies lygį augaluose ir dirvos mėginiuose, surinktuose per pastaruosius dvejus metus nuo trylikos žaliųjų stogų, esančių Mičigane.

Tyrimai parodė, kad tokiuose miestuose, kaip Detroitas, kur populiacija siekia apie vieną milijoną, pakeitus tradicines stogų apdengimo medžiagas apželdintais stogais, būtų sulaikyta daugiau nei 55 tūkst. tonų anglies dioksido.

Žaliųjų stogų augmenija sugeria triukšmą. Ypač triukšmo mažinimas reikalingas prie pramonės gamyklų, oro uostų, kur didelis transporto srautas. Prie oro uostų įrengti žalieji stogai sumažina triukšmo lygį 5dB. Taip pat nustatyta, kad 12cm žemės sluoksnis ant stogo sumažina triukšmą 40dB (Peck 2001).

Žaliųjų stogų trūkumai

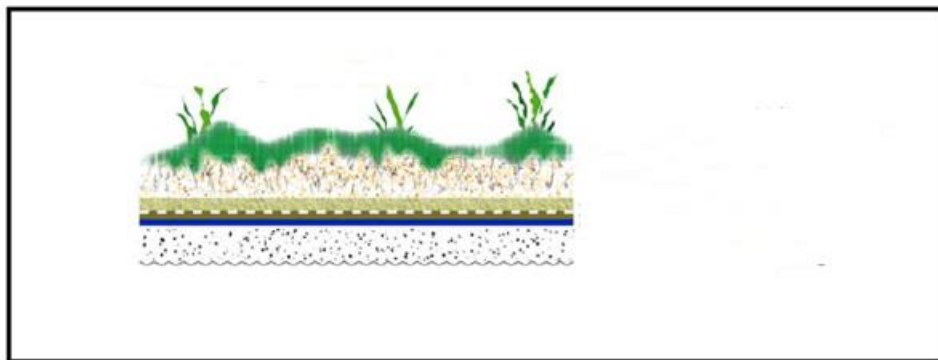
Be minėtų privalumų, žalieji stogai turi ir tam tikrų trūkumų (1.2 lentelė).

1.2 lentelė. Žaliųjų stogų trūkumai

Trūkumas	Aprašymas
1. Stogo pagrindinių funkcijų atlikimo ir augalų auginimo ant jo suderinamumas	Ant stogų, o ypač daugiaaukščių pastatų, nemažai būna įvairių inžinerinių komunikacijų: ventiliacinės šachtos, šviestuvai, antenos, liftų šachtos. Čia nėra lengva rasti vietos augalų kompozicijoms
2. Sunkus apsauginio paviršiaus sluoksnis	Priklausomai nuo pasirinkto želdinimo būdo, viršutinio dirvožemio sluoksnio apkrova siekia nuo 50 kg/m ² , o tai yra papildoma apkrova konstrukcijai
3. Reguliari priežiūra	Pasirinkus intensyvių augalų želdinimą, reikia daug priežiūros augalams, specialios laistymo įrangos ir pan
4. Nuolatinė drėgmė	Norint išlaikyti augalų gyvybingumą, dirvožemio sluoksnis nuolat turi būti drėgnas. Kartais tai gali sukelti nemalonų kvapą, nepageidaujamų gyvūnų atsiradimą
5. Dirvožemio sluoksnis	Dirvožemis yra ir rūgšti terpė, todėl gali prasidėti korozija. Kovoiant su ja reikės papildomų lėšų drėgmei ir rūgštims atspariems sluoksniams įrengti
6. Augalų šaknys	Dažnas reiškinys gatvėse – šaknų išgriautas asfaltas. Tą patį gali šaknys padaryti ir ant stogų, todėl reikalinga speciali priežiūra, būtina stebėti, kad šaknys nesiskverbtų į konstrukcijas, bei tam tikros medžiagos konstrukcijai apsaugoti

1.1.2. Rudieji stogai

Rudieji stogai (biodiversity roof) – tai biologinės įvairovės stogai (Defra 2002). Iš esmės tai yra tas pats žaliasis stogas, tik labiau integruotas į bendrą ekosistemą. Šie stogai nėra apsėjami konkrečiais augalais. Jiems naudojamas paprastas dirvožemis, o augmenija sėjama iš aplinkinių miškų (laukinė augmenija) ir paliekama plėstis natūraliai.



Konstrukcija iš apačios: Pagrindas, hidroizoliacija, drenažas, geotekstilė, dirvožemio ir augalinis sluoksnis.

1.6 pav. Rudasis stogas (biologinės įvairovės stogas) (Defra 2002)

1.6 paveiksle pavaizduotas galimas tokio stogo mazgas. Šį stogą sudaro nuo 3 iki 15cm dirvožemio sluoksnis, geotekstilė ar kitas audinys, drenažas ir hidroizoliacija.

Šių stogų įrengimo tikslai:

1. Biologinės įvairovės išsaugojimo maksimizavimas.
2. Specifinių rūšių populiacijos didinimas.

Žaliųjų ir rudųjų stogų palyginimas:

1. Rudieji stogai 10-12 eurų už kvadratinį metrą pigesni nei žalieji.
2. Rudieji stogai galutinai baigia formuoti savo augaliją ir įgauna žalią spalvą per 3 metus.
3. Rudieji stogai reikalauja minimalios priežiūros.

Dauguma šių stogų yra įrengiami visuomenei nepasiekiamose vietose, todėl čia netrukdomai gali veisti įvairūs mikroorganizmai, vabzdžiai ir paukščiai. Kaip pavyzdį galime paimti Baselį Šveicarijoje. Tyrimui buvo paimti 17 žaliųjų stogų. Per pirmus trejus metus buvo aptiktos 78 vorų ir 254 vabalų rūšys. 18 % vorų ir 11 % vabalų rūšių buvo skelbiamos kaip išnykusios arba esančios ant išnykimo ribos (Brenneisen 2004). Tokia pati situacija yra ir kitose Europos šalyse: Anglijoje, Vokietijoje. Šiose šalyse panaudojant ruduosius stogus išsaugomos nykstančios paukščių ir vabzdžių rūšys. Tas pati situacija yra ir su augalais. Ant rudųjų stogų aptiktos augalų rūšys, kurios jau buvo laikytos išnykusiomis, taip pat išvestos ir naujos augalų rūšys.

Biologinei įvairovei tenkančio spaudimo sąrašas ilgas, jame figūruoja buveinių naikinimas ir skaidymas, oro, vandens ir žemės tarša, besaikis žvejybos, perteklinis išteklių, miškų ir žemės naudojimas, nevietinių rūšių įvedimas, vis didesnio šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio išskyrimas, skatinantis klimato kaitą. Dėl šių priežasčių būtina rengti tokius stogus.

1.1.3. Terasos

Plokščias sutapdintas eksploatuojamas stogas – terasa ar automobilių stovėjimo aikštelė (eksploatuojamas stogas su lengvu ir sunkiu eksploataciniu režimu) bendrais atvejais susideda iš dviejų dalių: viršutinės ir apatinės (Karablikovas 2011).

Viršutinė eksploatuojamo stogo dalis yra skirta žmonių ar transporto judėjimui. Jos pagrindiniai elementai: grindų dangą (trinkelės, lentos, terasinė arba mozaikinė dangą, betoninė dangą ir pan.) ir pagrindas (įvairūs paklotai, betono išlyginamasis sluoksnis, gelžbetoninės sijos ir t. t.). Eksploatuojamo stogo grindys gali sulaikyti dalį atmosferinio vandens, nukreipdamos jį į tarpus, arba praleisti visą vandenį į žemiau esančius sluoksnius (pvz., grindų dangą iš lentų arba plytelių, paklotų su tarpais). Svarbiausia, kad grindys užtikrintų komfortišką žmonių judėjimą sąlygas arba būtų tinkamos transporto srautams).

Apatinė eksploatuojamo stogo dalis skirta žemiau esančių pastato patalpų apsaugai nuo atmosferinio vandens pratekėjimo. Ji turi sulaikyti šį vandenį ir nukreipti į lietaus kanalizaciją. Jos pagrindinis elementas yra hidroizoliacinė stogo dangą.

Nepriklausomai nuo grindų konstrukcijos, deformacinių siūlių buvimo ar nebuvimo grindyse, stogo hidroizoliacinė dangą turi būti įrengta laikantis „STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos. Stogai“ reikalavimų su atitinkamais nuolydžiais ir vandens surinkimo įlajų išdėstymu. Laisvam vandens nutekėjimui link įlajų virš hidroizoliacinės dangos turi būti įrengtas drenuojamasis sluoksnis.

Eksploatuojamuose stoguose didelę reikšmę turi skiriamieji sluoksniai. Dėl jų, kitų stogo elementų galimos deformacijos horizontalioje plokštumoje neveikia stogo dangos. Skiriamąjį sluoksnio medžiaga (geotekstilė, stiklūnas, polietileno plėvelė) laisvai klojama ant stogo dangos paviršiaus. Tam, kad išvengtume jų tarpusavio sukibimo, kartais papildomai įrengiamas plonas sijoto smėlio sluoksnis.

Norint praplėsti gyvenamąjį plotą arba geriau jį panaudoti, dažniausiai įrengiamos terasos ir balkonai. Terasos taip pat naudojamos soliariumams, poilsio ir žaidimo aikštelėms, atviroms skaityklų, kavinių salėms įrengti.



1.7 pav. Eksploatuojamas stogas-terasa

1.1.4. Automobilių aikštelės, praėjimai, pravažiuojimai

Didėjant automobilių skaičiui miestuose, jų statymo problema taip pat tampa vis aktualesnė. Didelė žemės kaina miestuose taip pat verčia ieškoti, kaip efektyviai panaudoti turimą plotą. (Milosavljevic *et al.* 2010) Jau ne pirmi metai, taupant vietą ir pinigus, įrengiamos požeminės stovėjimo aikštelės, garažai, įvažiuojamos. Visuomet stengiamasi išnaudoti ir tokių statinių stogus – jie tampa papildoma erdve, skirta laikyti transporto priemonėms. Tokiam eksploatuojamam stogui keliami griežti reikalavimai – tai turi būti vandeniui nelaidi konstrukcija, sauganti konstrukcijos elementus nuo erozijos ir korozijos (Medelienė, Žiogas 2010) ir atlaikanti transporto priemonės apkrovas, plotas turi būti saugus eismo dalyviams, estetiškos išvaizdos.

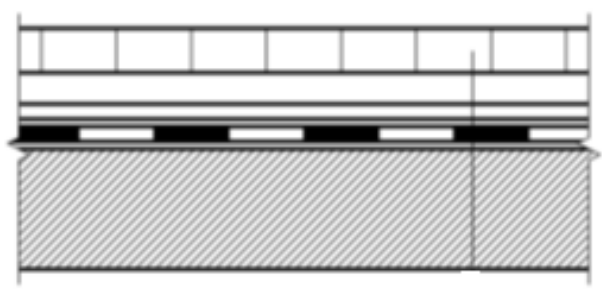
Daugiaaukščiai garažai leidžia daug ekonomiškiau naudoti miesto teritoriją. Jie gali būti rampiniai arba mechanizuoti. Į rampinį garažą automobilis nuožulnia plokštuma įvažiuoja ir išvažiuoja iš jo savo eiga. Nuožulnioji rampa gali būti tiesinė arba spiralinė. Rampiniai garažai turi ne daugiau kaip 4 – 5 aukštus, kadangi automobilį pastatyti į viršutinius aukštus reikia daugiau laiko ir kuro. Rampos gali būti įrengtos tiek garažo viduje, tiek išorėje. Rampų skaičius ir plotis priklauso nuo garažo talpos. Statant automobilius nuožulniose plokštumose, kurių maksimalus nuolydis 4 %, papildomų rampų rengti nereikia.

Pagal Vokietijos standartą DIN, 1055 stovėjimo vietai skirta aikštelė privalo išlaikyti tolygiai paskirstytą krūvį $3,5 \text{ kN/m}^2$, skiriant $12,5 \text{ m}^2$ plotą vienam automobiliui. Tai atitinka 4,38 t kiekvienam automobiliui, o tai yra daugiau nei maksimalus lengvojo automobilio svoris.

Jungtinėse Amerikos Valstijose bei Prancūzijoje (NF A 06.001) standartai reikalauja išlaikyti $2,5 \text{ kN/m}^2$ (Statybos enciklopedija 1999).

Kaip ir stogams – terasoms, projektuojant eksploatuojamus stogus, skirtus intensyviu transporto judėjimui, didžiausias dėmesys skiriamas nuolydžio formavimui, drenavimui ir hidroizoliacijos sluoksniams. Tačiau čia dar itin svarbu yra ir šilumos izoliacijos sluoksniui įrengti naudojamos medžiagos, nes joms teks atlaikyti nemažą svorį ir nuolatinę dinaminę apkrovą. Dažniausiai šiam sluoksniui naudojamas putų polistirenas tipo „STYRODUR“ 3035c, 4000 cs, ar 5000 cs markės priklausomai nuo apkrovos ir statinių skaičiavimų.

Eksploatuojami stogai – automobilių aikštelės Lietuvoje įrengiami retai. Dažniausiai Lietuvoje įrengiami praėjimai ar pravažiuojimai virš statinių, požeminės stovėjimo aikštelės.

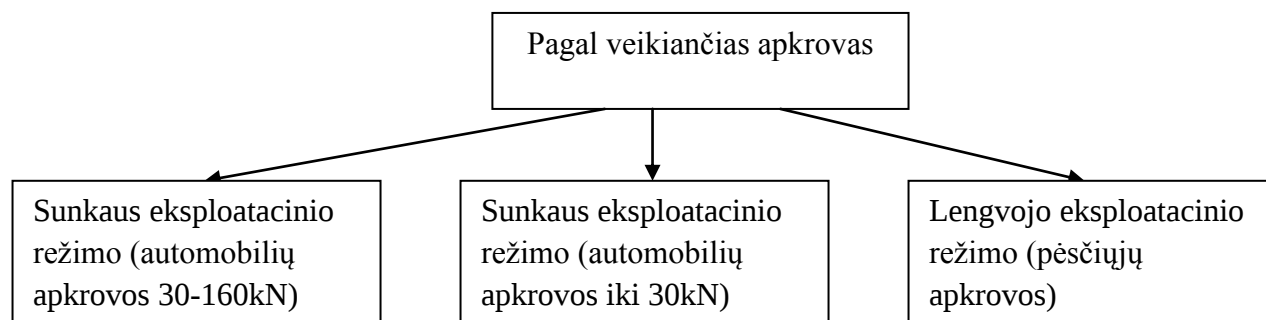


Iš viršaus trinkelės, trinkelų įsodinimo sluoksnis, drenažo sluoksnis, hidroizoliacija, betono pagrindas

1.8 pav. Automobilių aikštelė (Ustinovičius *et al.* 2012)

1.2. Eksploatuojami stogai pagal veikiančias apkrovas

Dar vienas būdas, kaip galime klasifikuoti eksploatuojamus stogus, – jų apkrovos tipas (1.9 pav.).



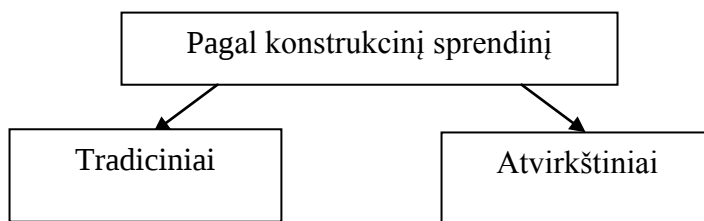
1.9 pav. Eksploatuojami stogai pagal apkrovas

Pagal veikiančias apkrovas eksploatuojami stogai skirstomi į lengvojo ir sunkaus eksploatacinio režimo stogus. Pagal „LST EN 1991-1-3 Apkrovos ir poveikiai“ sunkaus eksploatacinio režimo stogai pagal apkrovas skirstomi į stogus, kurie atlaiko apkrovas iki 30kN, ir į stogus, kurie atlaiko apkrovas nuo 30 iki 160 kN. Sunkaus eksploatacinio režimo stogai gali būti automobilių stovėjimo aikštelės, pravažiavimai virš statinių. Lengvojo eksploatacinio režimo stogai gali būti terasos ir praėjimai virš statinių.

Žaliuosiuos stogus pagal tenkantį apkrovos tipą skirstome į intensyviuos ir ekstensyviuos (1.1 poskyris).

1.3. Eksploatuojami stogai pagal jų konstrukcinį sprendinį

Pagal konstrukcinį sprendinį eksploatuojami stogai gali būti tradiciniai ir atvirkštiniai (1.10 pav.). Tradiciniai eksploatuojami stogai – tai tokie stogai, kai šilumos izoliacinis sluoksnis įrengiamas žemiau hidroizoliacinio sluoksnio. Atvirkštiniai stogai – kai šilumos izoliacinis sluoksnis įrengiamas virš hidroizoliacijos.



1.10 pav. Eksploatuojami stogai pagal konstrukcinį sprendinį

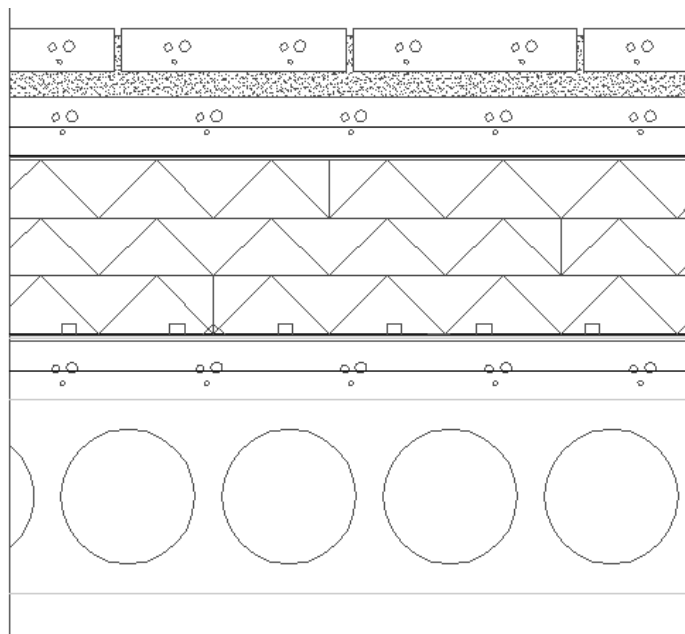
Atvirkštiniai stogai

Pastaruoju metu eksploatuojamiems stogams įrengti vis plačiau naudojamos atvirkštinės (inversinės) sistemos. Ši sistema skiriasi nuo tradicinės tuo, kad čia pirmiau įrengiama hidroizoliacinė danga, o ant jos įrengiamas ekstrudinio putų polistireno šilumos izoliacinis sluoksnis. Ekstrudinio putplasčio vandens absorbcija labai maža, tokios plokštės gali dešimtmečiais būti drėgnoje aplinkoje, visiškai nekeisdamos savo savybių. Įrengti pagal tokią technologiją eksploatuojamieji stogai gali atlaikyti ir autotransporto judėjimą.

Šiltinamai izoliacijai naudojamas ekstrudinis putplastis apsaugo hidroizoliacinį sluoksnį nuo veikiamų apkrovų, taip pat apsaugo stogo konstrukciją nuo temperatūrinių svyravimų. Mechanškai atsparus ir drėgmės neįgeriantis ekstrudinis polistirenas puikiai tinka požeminėms ir

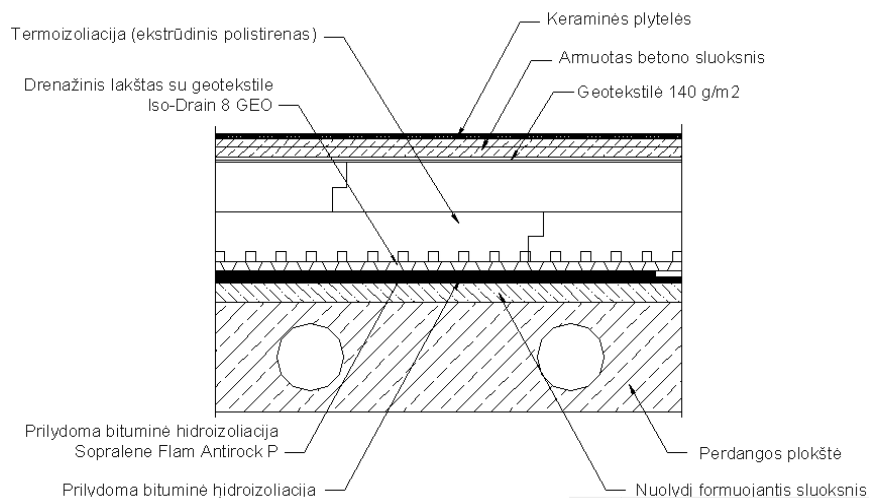
kitoms pastatų konstrukcijoms apšiltinti. L formos kraštai (laiptinis falcas) užtikrina tvirtą sukibimą vienos plokštės su kita.

Šių stogų įrengimo technologija nėra iki galo išspręsta, pagrindinė šių stogų problema yra netinkamas drenažas. Laikui bėgant ši problema pradėta spręsti. Statybinių medžiagų firmos siūlo naudoti ekstrudinį putplastį, kuriame yra grioveliai vandeniui nutekėti (Atvirkštiniai stogai 2013).



1.11 pav. Ekstrudinio putplasčio taikymas atvirkštiniam stogui (Atvirkštiniai stogai 2013)

Ši 1.11 paveiksle siūloma sistema pagerina vandens nutekėjimą, tačiau ši sistema veikia tik viena kryptimi – išilgai ir nerenka vandens kaip universali viso stogo vandens nutekėjimo sistema. Šioje situacijoje dar reikėtų įtraukti ir drenuojantį lakštą, kuris surenka vandenį. Tokia sistema pateikiama 1.12 pav. Ši sistema geriau sprendžia vandens surinkimo problemą, nes vanduo pašalinamas visomis kryptimis.



1.12 pav. Siūlomas atvirkštinio stogo mazgas

Plokščiųjų eksploatuojamų atvirkštinių stogų konstrukcijų privalumai (Ilginis 1969):

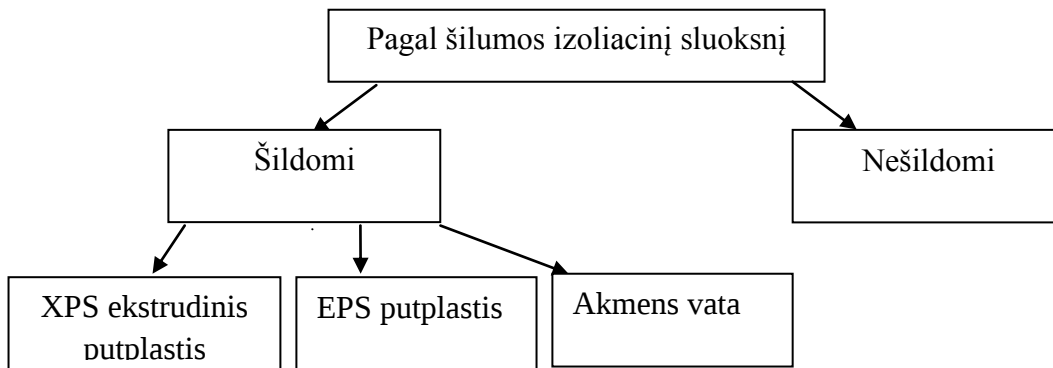
- geresnė apsauga nuo saulės radiacijos;
- stogas mažiau veikiamas temperatūrinių svyravimų;
- hidroizoliacijos nepaveikia šaltis ir susidaręs ledas;
- mažiau veikia mechaninės apkrovos.

Trūkumai:

- Nėra įsisavinta technologija.
- Nėra universalios visam stogui drenavimo sistemos.
- Mažai žinių ir technologijos.

1.4. Eksploatuojami stogai pagal šilumos izoliacinį sluoksnį

Eksploatuojamų stogų skirstymas pagal šilumos izoliacinį sluoksnį parodytas 1.13 paveiksle.



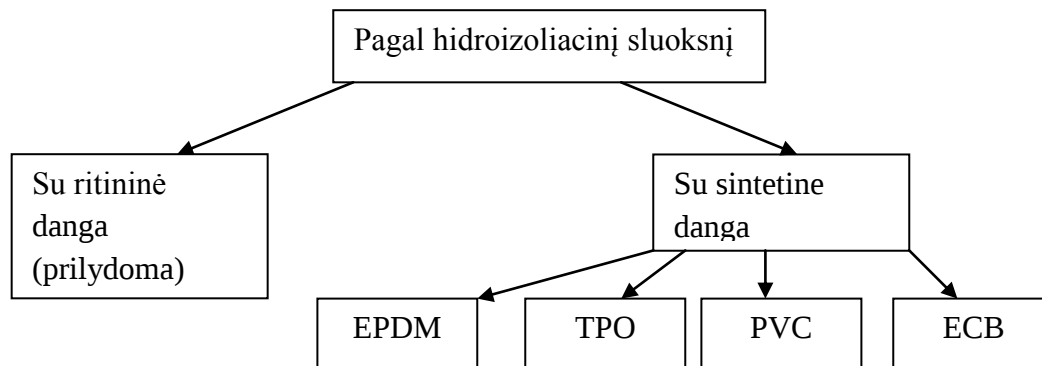
1.13 pav. Eksploatuojami stogai pagal šilumos izoliacinį sluoksnį

Plokštieji eksploatuojamieji stogai gali būti nešiltinami arba šiltinami. Įrengiant nešiltinamą stogą, izoliacinis sluoksnis nėra montuojamas. Eksploatuojamuose šiltinamuose stoguose šilumos izoliacija yra svarbi pastato atitvarinių konstrukcijų dalis. Jos užduotis yra mažinti šilumos nuostolius ir temperatūrų svyravimų poveikį; mažinti temperatūrų kaitos sukeltas deformacijas, tempimąsi ir plyšių atsiradimą stogo konstrukcijoje; taupyti energiją ir užtikrinti malonų patalpų klimatą. Šiluminės izoliacijos sluoksnis turi būti pakankamai atsparus temperatūrai, išlaikantis formą ir matmenis, nepūvantis ir kaip pagrindas, tinkamas vaikščiojimui.

Esant nedidelėms apkrovoms šiltinama gali būti akmens vata. Dažniausiai šiltinti naudojamas EPS putplastis, ekstrudinis putplastis naudojamas atvirkštiniais stogams šiltinti ir vietose, kur apkrovos ypač didelės (automobilinių apkrovos). Optimalus izoliacijos storis turi būti parenkamas remiantis skaičiavimais (Ozel 2011).

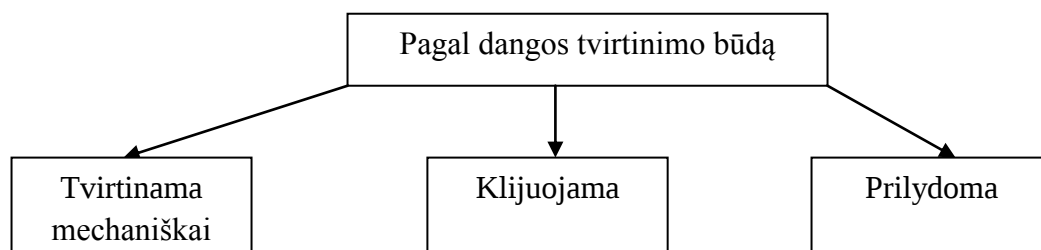
Montavimas: vienas arba du putplasčio sluoksniai klojami ant nuolydžio ir garo izoliacijos sluoksnių. Nuolydis taip pat gali būti formuojamas iš apatinio ekstrudinio putplasčio sluoksnio. Jei pasitaiko tarpų, jie turi būti užpildomi montažinėmis putomis. Izoliacinės plokštės klojamos taip, kad sujungimai nesutaptų gretimų sluoksnių atžvilgiu.

1.5. Eksploatuojami stogai pagal hidroizoliacinį sluoksnį



1.14 pav. Eksploatuojami stogai pagal hidroizoliacinį sluoksnį

Eksploatuojamų stogų įrengimui keliama ypač griežti reikalavimai, todėl šio tipo stogų įrengimui naudojamos prilydomos arba sintetinės dangos (1.14 pav). Anksčiau naudotos mastikinės dangos, taip pat įvairios purškiamos hidroizoliacijos čia netaikomos. Dangos taip pat gali būti tvirtinamos skirtingai, todėl dar vienas klasifikavimas pagal dangų tvirtinimo būdus pateikiamas 1.15 paveiksle.



1.15 pav. Hidroizoliacinės dangos pagal dangos tvirtinimo būdą

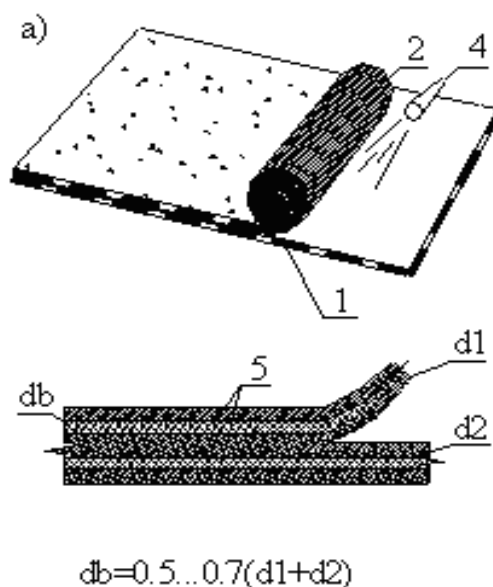
Prilydoma danga

Stogo danga (Zavadskas *et al.* 2008) iš ritininių medžiagų įrengiama daugiasluoksnė. Sluoksnių skaičius parenkamas priklausomai nuo stogo nuolydžio ir naudojamų ritininių medžiagų storio. Kuo mažesnis nuolydis, tuo griežtesni reikalavimai keliama hidroizoliacinei stogo dangai ir tuo ji daroma storesnė. Tam klojama daugiau sluoksnių arba naudojamos storesnės ritininės medžiagos. Eksploatuojamiems stogams naudojamos tik pastorintos prilydomosios dangos.

Bituminės polimerinės medžiagos gaminamos iš bitumo, sumaišyto su specialiais polimeriniais priedais – plastifikatoriais (SBS, APP ir kt.), kurių įdedama apie 15 % nuo bitumo masės. Tai ne tik leidžia gaminti ritinines medžiagas iki 5mm storio, bet ir labai pagerina jų pagrindines eksploatacines savybes – nelaidumą vandeniui, lankstumą, atsparumą šalčiui, karščiui ir kt. Todėl stogo dangos iš bituminių polimerinių medžiagų pasižymi itin geromis eksploatacinėmis savybėmis ir gali būti įrengiamos iš mažesnio sluoksnių skaičiaus.

Kiekvienas stogo dangos sluoksnis formuojamas iš nuosekliai klojamų ritininės medžiagos juostų, jas užleidžiant vieną ant kitos. Prie pagrindo arba apatinio dangos sluoksnio juostos pritvirtinamos prilydant, kai jungiami paviršiai plastifikuojami juos pašildant, tarpusavyje jie jungiami prilydant.

Kai sluoksniai prilydomi pašildant paviršius, galutinis stogo dangos storis priklauso nuo priimto klijavimo metu temperatūrinio režimo ir būna žymiai mažesnis už sumą pradinių medžiagų storių (5.10 pav.). Į tai reikia atsižvelgti parenkant konkrečiai stogo dangai sluoksnių skaičių, ritininės medžiagos rūšį bei jos klojimo technologiją, nes perkaitinus jungiamus paviršius, galutinis bitumo sluoksnio storis tarp suklijuojamų juostų (db) gali sudaryti tik 0,1–0,2mm vietoj pradinių 2,2–2,5mm.



1 – apatinis dangos sluoksnis; 2 – klijuojama juosta (viršutinis sluoksnis);

4 – degikliai; 5 – ritinės medžiagos armuojantis pagrindas.

D_b – bitumo sluoksnis tarp gretutinių armuojančių pagrindų po juostų suklijavimo.

1.16 pav. Ritinės stogo dangos struktūros formavimas prilydant juostas (Zavadskas *et al.* 2008)

Prilydomųjų medžiagų privalumai ir trūkumai:

1. Prilydomosios bituminės medžiagas stengiamasi tobulinti, todėl jos gaminamos storesnės, pasižymi geresnėmis eksploatacinėmis savybėmis.

2. Mažinant sluoksnių skaičių atsiranda naujų problemų, naujų pratekėjimo vietų, kurių priežastis susijusi su neteisingu juostų išdėstymu (Malko 2008).

3. Pagrindinė dangų problema – siūlių įrengimas. Siūlės yra daug silpnesnės nei pati danga. Taip pat nėra patikimo kontrolės būdo, nes Lietuvoje naudojamais dujiniais degikliais negalima kontroliuoti nei virinimo greičio, nei prispaudimo jėgos. Užsienio mokslininkai rekomenduoja naudoti suvirinimo mašinas (Oba *et al.* 1996). Vienintelis kontrolės būdas yra išsilydžiusios masės bitumo ruoželis. Kadangi nėra tikslaus laiko, kiek reikia kaitinti siūlių sujungimus, tai tampa pagrindine šių dangų įrengimo problema. Danga dažnai būna perkaitinama arba nepakankamai pakaitinama (Walter *et al.* 2004).



1.17 pav. Perkaitinta stogo danga (Walter *et al.* 2004)

4. Dangą būtina kloti keliais sluoksniais, kad būtų perištos siūlės, o tai didina stogo įrengimo kainą.

Prilydomosios stogo dangos klijavimas.

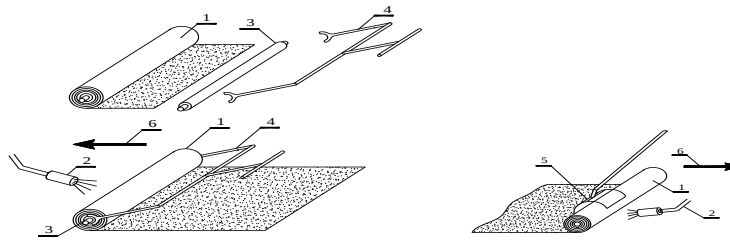
Stogo dangos įrengimo būdą, kuris gavo pavadinimą „prilydymo būdas“, kai mastika užtepama ant ritinių medžiagų paviršių jų gamybos metu ir pašildoma jas klojant ant stogo, pirmieji pasaulinėje praktikoje pasiūlė Lietuvos mokslininkai 1967 m. (R. A. Garalevičius, V. I. Nočnyj ir kt., TSRS autorinis liudijimas Nr. 358488) (Zavadskas *et al.* 2008). Kartu buvo pasiūlytos naujo tipo ritininės medžiagos – prilydomosios ir sudaryta jų gamybos technologija.

Pirmasis prilydomąsias medžiagas pradėjo gaminti buvęs Gargždų statybinių medžiagų kombinatas (dabar „Gargždų Mida“). Laikui bėgant naujas stogų dengimo būdas paplito po visą pasaulį. Šiuo metu tai pagrindinis ritinių stogų įrengimo metodas, o prilydomosios medžiagos gaminamos beveik visose išsivysčiusiose šalyse ir jų panaudojimo apimtys siekia šimtus milijonų kvadratinų metrų per metus. Buvo pasiūlyta nemažai įvairių klijuojamojo sluoksnio minkštinimo metodų: pašildymas infraraudonaisiais spinduliais, karštu oru, tiesioginiu kontaktu su karštu metaliniu paviršiumi (lygintuvo metodas), plastifikavimas skiedikliais. Populiariausi yra nešiojamieji rankiniai degikliai, prijungti prie suskystintų dujų balionų. Ypač ryškiai jų privalumai pastebimi dirbant sunkiai prieinamose vietose ir apklijuojant stogų detales

Naujas dangos įrengimo būdas pareikalavo naujų progresyvesnių medžiagų. Todėl atsirado pastorintos bituminės polimerinės medžiagos. Stogo danga iš dviejų tokių medžiagų sluoksnių pakeičia keturių sluoksnių ruberoido dangą ir žymiai geriau eksploatuojama. Bet pagrindinis prilydomųjų dangų privalumas – galimybė atsisakyti mastikų, ypač karštų, ruošimo ir tiekimo ūkio. Perpus sumažėjo darbo sąnaudos, stogo darbai tapo saugesni, labai pagerėjo stogų kokybė. Iš kitos pusės – išaugo stogdengių kvalifikacijai keliami reikalavimai, padidėjo kiekvienos jų klaidos kaina. Ritinių medžiagų storio padidėjimas irgi turi savo trūkumą – išaugo vieno 1 m² masė. Kadangi sanitarinės normos riboja vieno ritinio masę iki 30 kg, jame vietoje 24–25 m paprasto ruberoido telpa apie 15 m prilydomojo, arba 7 m pastorintos prilydomosios medžiagos. Atitinkamai padidėja juostų sandūrų skaičius, o kiekviena sandūra – tai papildomas 0,1 m² ritinės medžiagos.

Dengiant stogą prilydomosiomis medžiagomis, juostų išdėstymas ir jų klojimo nuoseklumas toks pat, kaip ir klijuojant karštu bitumu. Panašus ir stogo detalių įrengimas. Iš esmės skiriasi tik ritinės medžiagos klijavimo technologija.

Klijavimas prasideda nuo juostos išvyniojimo 2–3 m klijavimo kryptimi ir jos užleidimo dydžio nustatymo. Juostos galas atlenkiamas, pašildomas degikliu ir priklijuojamas prie pagrindo. Juosta vėl suvyniojama iki priklijuotos vietos, pro ritinio kiaurymę perveriamas kaištis ir įtvirtinamas įrenginyje (1.18 pav.). Kai dengiama pastorintomis medžiagomis, kurių juostų ilgis ne viršija 10m, juosta išvyniojama visiškai, nustatomas užleidimo plotis ir juosta iš abiejų galų suvyniojama į du ritinius. Tokiu atveju juosta klijuojama nuo vidurio į vieną, o po to į kitą pusę.



1 – ritininė medžiaga; 2 – degiklis; 3 – kaitis; 4 – šakutė; 5 – kablys su kotu; 6 – klijavimo kryptis

1.18 pav. Įrenginiai prilydomosioms medžiagoms kloti (Zavadskas *et al.* 2008)

Dengiant stogą iš prilydomųjų ritininių medžiagų reikia griežtai laikytis šių taisyklių:

- klijuojamos juostos ir pagrindo paviršiai šildomi kartu ir vienodu intensyvumu;
- degiklis visą laiką turi judėti skersai juostos, kad būtų užtikrintas viso jos paviršiaus vienodas pašildymas;
- bitumas ant suklijuojamų paviršių turi būti suminkštinamas, bet neturi tekėti. Skysto bitumo atsiradimas liudija apie medžiagos perkaitinimą;
- paviršių temperatūra reguliuojama didinant arba mažinant jų šildymo trukmę, nuo kurios priklauso ir klijavimo greitis;
- tam, kad būtų užtikrintas racionalus šildymo režimas ir sumažintas išnaudotų dujų kiekis, atstumas tarp degiklio ir šildomų paviršių visą laiką laikomas kaip nurodyta degiklio gamintojo techninėje instrukcijoje.

Klijuojamos juostos reikiamą prispaudimą užtikrina pro ritinio kiaurymę pervesto kaitčio svoris. Jei dirbama be tokio kaitčio, juostą galima pritrinti, išspaudžiant orą iš siūlės, guminiu glaistikliu. Prijungimuose prie sienų ir parapetų, apklijuojant įlajas ir vamzdžių praėjimus, pro stogą ir kitose panašiose vietose klijuojamos juostos, kurios prie pagrindo prispaudžiamos rankomis, naudojant brezentines pirštines.

Sintetinė stogo danga

Pastaruoju metu sparčiai populiarėja ir daug dažniau eksploatuojamiems stogams naudojamos plėvelinės hidroizoliacinės dangos (Zavadskas *et al.* 2008). Plėvelinę, arba sintetinę, stogo dangą sudaro vienas sintetinės plėvelės sluoksnis 0,7–2,0 mm storio, kuris gali būti papildomai armuotas poliesterio audinio tinkleliu, poliesterio neaustine medžiaga (geotekstile) ar neausto stiklo audinio pluoštu. Armuotas sluoksnis gali būti klojamas atskirai arba gamybos metu įpresuojamas į vieną iš plėvelės pusių. Visos plėvelinės dangos yra organinės kilmės ir gali

būti suskirstytos į dvi grupes: plėvelės sintetinių kaučiukų pagrindu – guminės plėvelės ir plėvelės plastmasių pagrindu (1.3 lentelė).

1.3 lentelė. Įvairių plėvelinių dangų žymenys

Žymėjimas	Medžiagų, iš kurių pagamintos dangos, pavadinimai
	Guminės plėvelės
EPDM	Etilenpropilendieno monomero kaučiukas
PIB	Poliizobutileno kaučiukas
CR	Chloropreno kaučiukas
IIR	Butilkaučiukas (izobutilenas + izoprenas)
CSM	Sulfochloruotas polietilenas (chaipalonas)
	Plėvelės iš plastmasių
PVC	Polivinilchloridas
TPO (FPA)	Termoplastinis poliolefinas (flexible polyolefin alloy)
PVF	Polivinilftoridas
ECB	Etilenas kopolimerizuotas su bitumu

Guminės plėvelės išsiskiria aukštu atsparumu atmosferos poveikiams. Lyginant su kitomis plėvelinėmis medžiagomis, jos yra ypač atsparios veikiančioms išilginėms įrąžoms, nes turi didelį santykinį pailgėjimą (sugrįžtant į pradinę padėtį). Labai platus gaminamų guminių juostų asortimentas: juostų plotis būna nuo 1m iki 15 m, ilgis – iki 60 m.

Plėvelės iš plastiko pigesnės už gumines, jų klojimo technologija yra žymiai paprastesnė. Palyginus su guminėmis plėvelėmis, pirmosios turi didesnę stiprumą, ypač atsparios pradūrimui. Todėl nekeliami tokie griežti reikalavimai pagrindo kokybei. Dauguma iš jų – termoplastai. Juostos iš tokių medžiagų gali būti suvirinamos pašildant karštu oru arba aukšto dažnio impulsais.

Palyginus su bituminėmis stogo dangomis, plėvelinės dangos turi daug privalumų: didelis mechaninis stiprumas, ilgaamžiškumas (kelis kartus didesnis), atsparumas cheminiams ir atmosferos poveikiams, elastiškumas prie žemų temperatūrų, klojamos vienu sluoksniu,

sujungimo siūlių stiprumas viršija dangos stiprumą, mažas dangos svoris, dengiama be didelių energijos ir darbo jėgos sąnaudų, galima dirbti įvairiomis oro sąlygomis ir įvairiais metų laikotarpiais.

Tačiau jos yra brangesnės nei bituminės dangos, jų įrengimas reikalauja aukštesnės darbininkų kvalifikacijos. Dengimo ir eksploatacijos metu plėvelinės dangos mažiau atsparios mechaniniams pažeidimams, todėl virš jų rekomenduojama įrengti vaikščiojimo takelius. Galimas šių dangų raukšlėtumas dėl stogo konstrukcijų bei pačios medžiagos temperatūrinių deformacijų eksploatacijos metu.

Norint, kad būtų užtikrinami visi plėvelinių dangų privalumai, įmonės gamintojai teikia įstatybas ne vien tik plėvelę, bet ir visą šiuolaikinę stogo dangos sistemą, kuri susideda iš pačios polimerinės medžiagos, klijų, hermetikų, tvirtinimo elementų, priedų (įlajų, alsuoklių, prijungimų detalių) ir t.t. Be to, kartu teikiama projektinė dokumentacija ir dengimo technologija. Tai yra būtina, nes ne visos polimerinės medžiagos gerai dera tarpusavyje ir su pagrindo medžiagomis.

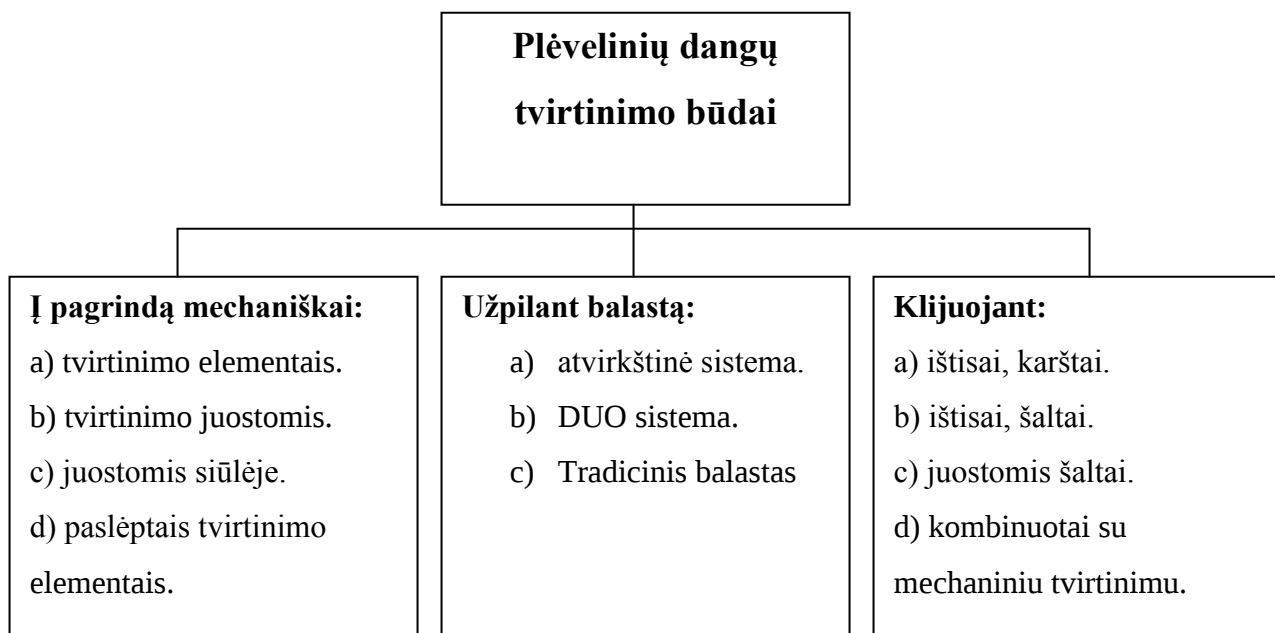
Dengiant stogą polimerinėmis plėvelėmis visi stogo sluoksniai – garo izoliacija, šiluminė izoliacija, paklotas arba išlyginamasis sluoksnis, įrengiami laikantis tų pačių reikalavimų, kaip ir dengiant bituminėmis medžiagomis. Analogiškai formuojamos ir vandens nuleidimo nuo stogo sistemos.

Polimerinių plėvelinių juostų klojimo nuoseklumas dažniausiai priimamas toks pats kaip ir dangose iš bituminių medžiagų – nuo pačių žemiausių stogo vietų, išvyniojant jas skersai vandens nutekėjimo krypties ir užleidžiant vieną ant kitos. Bet toks klojimas polimerinėmis plėvelėmis nėra privalomas, nes juostų sujungimo siūlių stiprumas ir sandarumas būna ne mažesnis kaip pačios plėvelės. Svarbiausia, kad siūlės nesudarytų kliūčių nutekančio vandens srautui.

Plėvelinių dangų tvirtinimas

Plėvelinių dangų tvirtinimas taip pat labai įvairus. Jos gali būti tvirtinamos į pagrindą mechaniškai naudojant tvirtinimo elementus. Taip pat dangos gali būti tvirtinamos tiesiogiai jas priklijuojant. Tvirtinimo būdai pateikiami 1.19 paveiksle.

Eksploatuojamuose stoguose geriausia tvirtinti dangas jas klijuojant prie pagrindo.



1.19 pav. Plėvelinių dangų tvirtinimas (Migilinskas 2002)

Plėvelinių hidroizoliacinių dangų privalumai:

1. Įrengiamos vienu sluoksniu, taip mažinamas dangos storis.
2. Tinkamai įrengtos siūlės stiprumas nemažesnis nei pačios dangos stiprumas.
3. Didelis mechaninis stiprumas.
4. Didelis ilgaamžiškumas (ilgaamžiškumas kelis kartus didesnis nei prilydomųjų dangų).
5. Atsparumas atmosferos veiksniams.
6. Laidumas vandens garams (nesusidaro vandens pūslės).
7. Išlieka elastinga prie žemų temperatūrų (net prie -30 °C).

Trūkumai:

1. Šios plėvelinės dangos gali būti lengvai pažeidžiamos montuojant, todėl reikia ypač kvalifikuotų darbininkų.
2. 1.5 karto brangesnės nei prilydomos dangos.
3. Galimos dangos raukšlėtumas dėl stogo konstrukcijų matmenų šiluminių pokyčių.

Hidroizoliacinių dangų apibendrinimas

1) Statybose plačiai naudojamos bituminės stogų dangos, tačiau jos nėra pakankamai ilgai efektyvios ir eksploatacijos metu ne vieną kartą teks susidurti su stogo dangų ir kitų konstrukcijų

ilgaamžiškumo problema, bei investuoti lėšas į remonto ar rekonstrukcijos darbus (Migilinskas 2002).

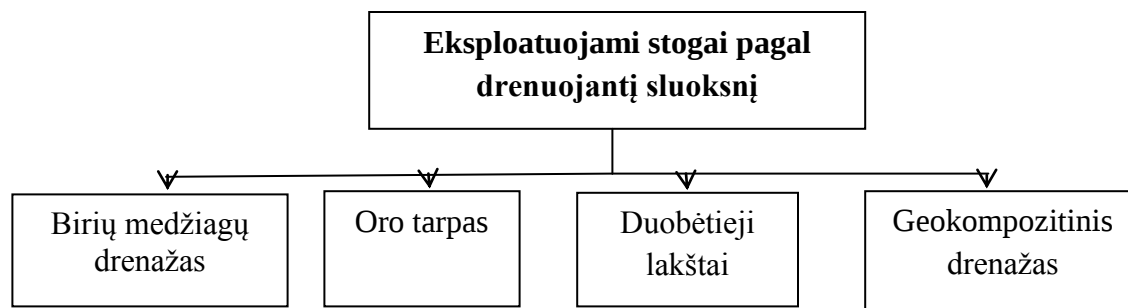
Vystantis technologijoms siekiama sukurti medžiagas, kurių savybės būtų geresnės negu senųjų medžiagų ir atitiktų visus palankiausius kriterijus: ilgaamžiškumą, efektyvią eksploataciją, patikimumą ir ekonomiškai efektyvią medžiagą. Todėl reikia plačiau naudoti alternatyvą prilydomoms dangoms – plėvelines dangas.

2) A.Karablikovas (1980) savo disertaciniame darbe ir moksliniuose tyimuose (2007) įrodo, kad siūlės yra pagrindinė prilydomųjų dangų problema. Jis teigia, kad galutinis suvirintų lakštų siūlės storis turi būti apibrėžtas. A.Karablikovas (2007) yra nustatęs priklausomybę siūlės atsparumo lupimuisi, jos storio. Taip pat nagrinėja nepriklijuotų plotų įtaką siūlių stiprumui. Autorius teigia, kad galimybės padidinti ritininės medžiagos juostų suklijavimo stiprumą, prailginant kaitinimo trukmę, yra ribotos ir jų nepakanka. Norint užtikrinti stogo dangų iš prilydomųjų medžiagų patikimumą, siūloma sugriežtinti reikalavimus stogo konstrukcijai (padidinti sluoksnių skaičių, padidinti minimaliai leidžiamus stogo nuolydžius, užtikrinti siūlių persidengimą).

3) P. Sheahanas ir E. Johnsonas (Sheahan , John 1991) teigia, kad stogo siūlės užima mažiau nei 2 procentus stogo membranos ploto, bet yra atsakingos už 98 procentus pratekėjimų atvejų.

4) Atlikta analizė rodo (Rasiulis 2011), kad šiuo metu projektuojamų pagrindinių stogo plokštumų nuolydžiai yra nepakankami. Siūloma projektuojant stogus, o ypač eksploatuojamus, ypatingą dėmesį skirti stogo plokštumų sankirtų nuolydžių formavimui. Įvertinus ritininių prilydomųjų dangų siūlių nepakankamą patvarumą, siūloma nenaudoti jų eksploatuojamiems stogams, kaip alternatyva gali būti naudojamos plėvelinės ar panašios dangos.

1.6. Eksploatuojami stogai pagal drenuojantį sluoksnį

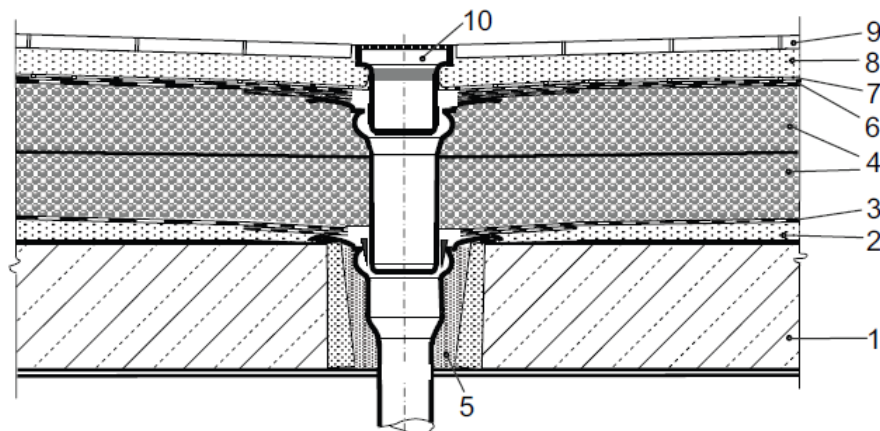


1.20 pav. Eksploatuojamų stogų klasifikacija pagal drenuojantį sluoksnį

Eksplloatuojamo stogo drenažas parenkamas priklausomai nuo to kokiam eksploataciniam režimui jis priskiriamas, kokia hidroizoliacinė danga naudojama, kokia viršutinė stogo danga ir kitų parametų. Galimi drenuojančio sluoksnio variantai pavaizduoti 1.20 paveiksle: birių medžiagų drenažas, oro tarpas kaip drenuojantis sluoksnis, duobėtieji lakštai, geokompozitinis drenažas.

Birių medžiagų drenažas

Šiam drenažui įrengti gali būti naudojamas plautas žvyras, skalda, keramzitbetonio sluoksnis, tačiau toks drenažo įrengimo būdas yra pasenęs ir neužtikrina tinkamo drenažo. Toks drenažas laikui bėgant užsikemša šiukšlėmis, taip pat nėra vieningos vandens surinkimo nuo stogo sistemos, kuria vanduo laisvai pasišalintų nuo stogo. Vienas tokios sistemos variantų pateikiamas 1.21 paveiksle. Šią sistemą reiktų tobulinti papildomai pridedant duobėtuosius lakštus arba geokompozitinę drenažinę sistemą.



1 – gelžbetoninė perdanga; 2 – išlyginamasis ir nuolydžio sluoksnis; 3 – apatinė hidroizoliacija; 4 – polistireninis putplastis; 5 – garo poveikiui atsparus apšiltinimas; 6 – viršutinė hidroizoliacija; 7 – geotekstilė arba polietileninės plėvelės sluoksnis; 8 – plauto žvyro arba skaldos sluoksnis; 9 – terasos danga (trinkelės); 10 – trijų lygių įlaja.

1.21 pav. Eksploatuojamas stogas su plauto žvyro drenažu (Kauno šilas 2014)

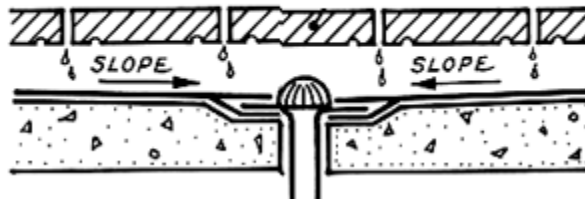
Žaliesiems stogams pradėta naudoti perdirbtos gumos trupiniai (Rincon *et al.* 2014). Šiuo būdu perdirbtoms šiukšlėms suteikiamas antras gyvenimas. Šiuo metu ši medžiaga kaip drenažas yra tik pradėta naudoti, todėl neaišku ar ji pasiteisins.



1.22 pav. Perdirbtos gumos drenažas žaliajam stogui (Rincon *et al.* 2014)

Oro tarpas kaip drenuojantis sluoksnis

1.23 paveiksle pavaizduotas supaprastintas šios drenažo sistemos vaizdas. Vanduo laisvai per tarpus, esančius grindų dangoje, patenka į vidinę drenažo sistemą. Čia iš abiejų pusių įrengtas nuolydis link įlajos. Nuolydžio pasirinkimas turi būti pagrįstas skaičiavimais. Vanduo laisvai per oro tarpą patenka ant hidroizoliacijos ir dėl su formuoto nuolydžio pašalinamas per įlają (Faulkner 1993).



1.23 pav. Supaprastintas drenažo sistemos su oro tarpu vaizdas (Faulkner 1993)

Lietuvoje anksčiau šią sistemą sudarydavo betoninės atramos, kurios būdavo skirtingo aukščio ir taip leisdavo stoge suformuoti nuolydį išlaikant lygų paviršių. Masyvus betono ar gelžbetonio blokai tiesiogiai remdavosi į hidroizoliaciją ir dažnai ją mechaniškai pažeisdavo. Stogas praleisdavo vandenį ir reikėdavo jį remontuoti.

Dabar pradedama naudoti lengvas konstrukcijas. Grindų atramoms įrengti naudojami plastikiniai pjedestalai. Tokia konstrukcija yra daug lengvesnė, taip pat daug lengvesnis jos montavimas. Grindų dangai čia naudojamos PVC ir medienos kompozicinės lentelės (Twinson sistema 2012). Taip pat gali būti naudojama medinės mozaikinės plytelės. Norint, kad sistema

laikytų didesnes apkrovas ant pjedestalų montuojamos ir g/b trinkelės. 1.24 paveiksle matomas tokios sistemos įrengimo fragmentas.



1.24 pav. Drenažo sluoksnis su medinė-pvc grindų danga (Buzon installation guide 2012)

Drenavimo sistemos privalumai:

- 1) Greitas montavimas.
- 2) Geras sprendinys nuolydžio formavimui.
- 3) Naudojamos lengvos, bet didelės apkrovas laikančios konstrukcijos.
- 4) Lengvas priejimas prie stogo konstrukcijų, norint jas patikrinti.

Drenavimo sistemos trūkumai:

- 1) Reikia apsaugoti hidroizoliaciją nuo galimo praspaudimo. (Atrama gali praspaušti).
- 2) Brangus įrengimas.

Duobėtųjų lakštų drenuojantis sluoksnis

Ši drenuojanti medžiaga užpatentuota 1995m. Jungtinėse Amerikos Valstijose R. Rothbergo. Šiuos plastikinius lakštus sudaro iškilios duobutės. Jos būna apvalios, kvadratinės, kūgio ir stačiakampio formos. Šios duobutės struktūriškai apjungiamos į vientisą „kilimėlio“ pavidalo medžiagą. Drenažo kanalai išdėliojami atskirai tarp duobučių, kad užtikrintų vandens nutekėjimą. „Kilimėlis“ paprastai gaubiamas įvairių neaustinių audinių (pvz., geotekstilė), kurie suteikia tam tikrą pralaidumą ir gerą medžiagų tarpusavio sukibimą, taip suteikdami didesnę medžiagos stiprumą. Tuometiniai lakštai neatlaikė didelių apkrovų ir jų panaudojimas buvo ribotas.

Dabartiniai duobėtieji lakštai gali atlaikyti tiek pėsčiųjų, tiek transporto apkrovas. Tai rodo ir atliktas gniuždymo testas (Duren 2010). Testui buvo naudojamos 150 X 150 mm plieninės

plokštės. Pavyzdžiai buvo 140 X 140 mm ir kiekvienas turėjo po 36 duobutes. Paimti pavyzdžiai buvo sudėti tarp plieninių plokščių ir spaudžiami 10 mm/min greičiu, iki maksimalaus suspaudimo 5mm (=66 %). Rezultatai buvo užfiksuoti ir įrašyti į 1.4 ir 1.5 lenteles. Pasiekus maksimalią apkrovą, gniuždymas buvo sustabdytas. 1.5 lentelėje yra pateikiamas suspaudimas esant 50 – 200 Kn/m² apkrovomis.

1.4 lentelė. Maksimali duobėtų lakštų apkrova

Pavyzdys. Nr.	Maksimali apkrova		Ardomoji apkrova
2000.15	Kn/m ²	N/duobutėje	Kn/m ²
Apkrova:	270 ± 15	147 ± 10	304 ± 16
Suspaudimas %	16,8 ± 1,6		23,5 ± 0,8

1.5 lentelė. Lakštų suspaudimas ties tam tikromis apkrovomis

Pavyzdžio Nr.	Apkrova:	50 Kn/m²	100 Kn/m²	150 Kn/m²	200 Kn/m²
2000.15	Suspaudimas %	3,8 ± 0,2	6,7 ± 0,2	9,2 ± 0,3	12,1 ± 0,5

Dabartinė rinka eksploatuojamiems stogams siūlo dvi duobėtųjų lakštų sistemas: su geotekstilės sluoksniu ir be geotekstilės sluoksnio.



1.25 pav. Duobėtųjų lakštų rūšys

Duobėtųjų lakštų įrengimas

Nuolydžiai suvedami į drenažinį šulinėlį. Aštrūs paviršiaus nelygumai, didesni nei 5mm išsikišimai išlyginami arba pašalinami. Drenažinė eksploatuojamo stogo danga iš didelio tankio polietileno duobėtų lakštų įrengiama virš stogo hidroizoliacinės dangos (ritininės arba

plėvelinės). Kad apsaugoti hidroizoliacinę dangą nuo mechaninių pažeidimų ir išvengti galimo stogo sluoksnių sulipimo eksploatacijos metu, virš hidroizoliacijos sausai klojamas skiriamasis 200µm storio polietileno plėvelės arba geotekstilės sluoksnis. Drenažiniai lakštai klojami virš skiriamojo sluoksnio. Lakštai sujungiami tarpusavyje dedant juos vieną ant kito ir darant 150-200mm užleidimus. Lakštai užsandinami abipusiškai lipnia juosta. Rulono galuose vienas lakštas dedamas ant kito per keturias duobutes, užsandinama abipusiškai lipnia juosta. Jei lakštai pažeidžiami, jie užlopomi iš tos pačios medžiagos iškirptu lopiniu, kuris dedamas ant pažeistos vietos ir pritvirtinamas abipusiškai lipnia juosta. Sekantis stogo sluoksnis – skiedinio arba betono išlyginamasis sluoksnis turi būti įrengiamas nedelsiant, kad išvengti korinės dangos mechaninio pažeidimo. Jeigu to padaryti negalima, rekomenduojamas bent užpildyti skiediniu lakštų duobutes.

Apribojimai: Danga netinkama naudoti statinio viduje, kur nėra įrengtos vidaus drenažo sistemos. Vaikščioti ant neužbetonuotos dangos galima laikinai uždėjus lentas ir po to, kai užbetonuotos dangos duobutės (Duobėtieji lakštai 2014).

Kadangi duobėtieji lakštai gaminami skirtingi (su geotekstilės sluoksniu ir be jo), todėl skiriasi ir šių lakštų įrengimo technologija.

Duobėtieji lakštai su geotekstile

Drenuojantys lakštai (1.26 pav.) komponuojami kartu su geotekstile: geotekstilė veikia kaip filtras ir apsaugo oro tarpą, kuris sudarytas tarp duobučių. Geotekstilė neleidžia užsikimšti duobutėms ir palaiko pastovų vandens filtravimąsi, neleidžia jam kauptis. Duobėti lakštai gaminami taip, kad visos apkrovos pasiskirstytų tolygiai visoje medžiagoje ir nebūtų susikontcentravusios vienoje vietoje. Šie lakštai atlaiko ypač dideles apkrovas, todėl pagrindinis jų panaudojimas yra automobilių stovėjimo aikštelės ir pėsčiųjų praėjimai. Šie stogai yra sunkaus eksploatacinio režimo, todėl jiems reikia ypač tvirtų medžiagų. Šios klasės lakštai gali būti panaudoti ir terasoms.

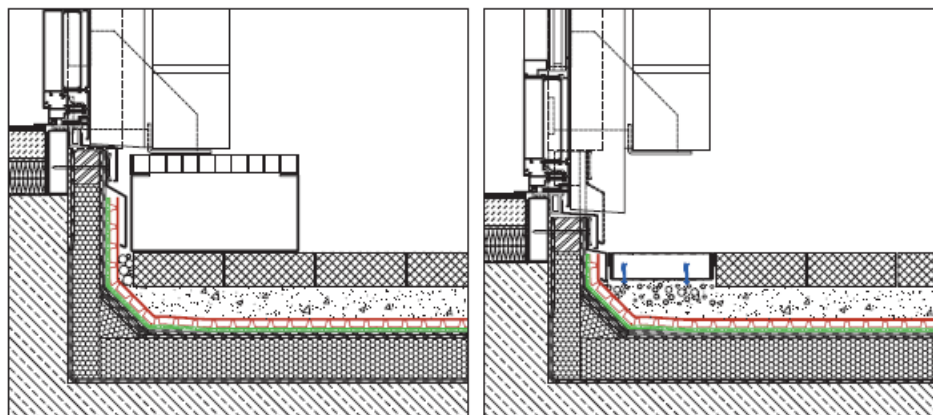
Labai svarbi šių lakštų montavimo sąlyga – duobėtieji lakštai su geotekstile klojami geotekstilę nukreipus į viršų (duobėtųjų lakštų kaušeliai nukreipiami į viršų).



1.26 pav. Duobėtieji lakštai su geotekstile (Techninis gidas 2013)

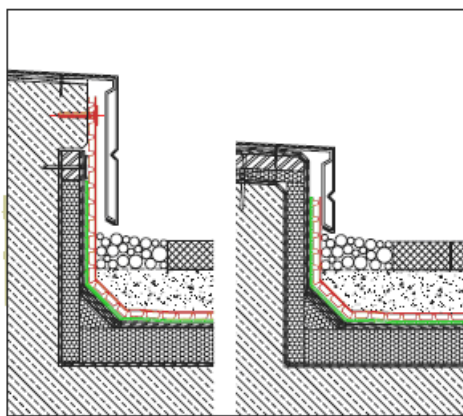
Svarbu, kad duobėtieji lakštai būtų klojami per visą hidroizoliacijos sluoksnį. Taip pat svarbu tinkamai reikia įrengti (Techninis gidas 2013) prijungimą prie vertikalių paviršių ir parapetų. Šie prijungimai turi būti sandarūs ir neleisti vandeniui pratekėti.

1.27 paveiksle pateikiamas galimas prijungimas prie durų ir vertikalių paviršių. Duobėtieji lakštai užleidžiami ant durų ir vertikalių paviršių 300mm. Mazgas daromas sandarus ir tvirtinamas smeige aukščiau nei įrengiama hidroizoliacija ir duobėtieji lakštai, kad nebūtų pažeidžiamas medžiagos paviršius. Kartu prie smeigės pritvirtinama ir speciali užleistinė detalė, kuri neleidžia drėgmei patekti į sistemą.



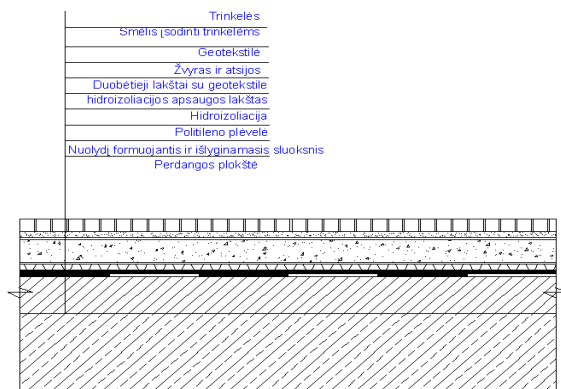
1.27 pav. Prijungimas prie durų (Techninis gidas 2013)

1.28 paveiksle pavaizduotas duobėtųjų lakštų prijungimas prie parapeto. Čia duobėtieji lakštai taip pat perdengia visą hidroizoliacinį sluoksnį. Užleidimai daromi aukščiau visų stogo sluoksnių ir ne mažiau kaip 300mm. Galimas tvirtinimo būdas smeigėmis, kai duobėtieji lakštai užleidžiami daugiau nei hidroizoliacija. Kitas būdas su specialiomis užleistinėmis detalėmis prispausti ir pritvirtinti duobėtąjį lakštą jo nepraduriant.



1.28 pav. Prijungimas prie parapeto (Techninis gidas 2013)

Šie duobėtieji lakštai įrengiami su biriu užpildu. Geotekstilė tinkamai veikia tik tuomet, kai virš jos yra smėlis, skalda ar plautas žvyras. Jei ant jos dėsime betoną, geotekstilė tiesiog neatliks savo filtravimo funkcijos. Taigi šioje sistemoje ant duobėtųjų lakštų pilamas plauto žvyro sluoksnis, kuris turi būti paremtas skaičiavimais. Minimalus jo sluoksnis 15cm įrengiant stovėjimo aikšteles ir 5cm įrengiant terasas. Tada įrengiamas dar vienas tarpinis geotekstilės sluoksnis, ant jos pilamas smėlis, kuris reikalingas įsodinti trinkelėms. Smėlio sluoksnyje įrengiamos trinkelės.



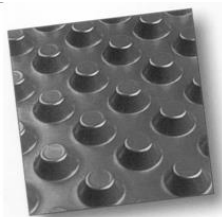
1.29 pav. Automobilių aikštelės įrengimas

Duobėtieji lakštai be geotekstilės sluoksnio

Duobėtieji lakštai be geotekstilės sluoksnio (1.30 pav.) nėra pritaikyti naudoti, kur yra birus pagrindas. Šie lakštai naudojami su betono armuotu sluoksniu.

Lakštai įrengiami ant hidroizoliacijos sluoksnio (plėvelinės arba prilydomosios). Prijungimai prie parapetų ir vertikalųjų paviršių daromi tokie patys, kaip ir naudojant lakštus su geotekstile.

Šioje sistemoje esminis skirtumas yra duobėtųjų lakštų klojimas. Priešingai nei lakštai su geotekstile, šie lakštai klojami kaušeliais į apačią. Kadangi ne visa lakštų danga remiasi į hidroizoliaciją, o remiasi tik kaušeliai, galimas dangos praspaudimas. Naudojant šio tipo lakštus, tarp hidroizoliacijos ir lakštų yra klojamas hidroizoliacijos apsauginis sluoksnis, kurį pateikia dauguma duobėtųjų lakštų gamintojų. Šioje sistemoje naudojamos kietos medžiagos, tokios kaip betonas, nes lakštai neturi filtruojamo audinio.



1.30 pav. Duobėtieji lakštai be geotekstilės sluoksnio (technical guide 2013)

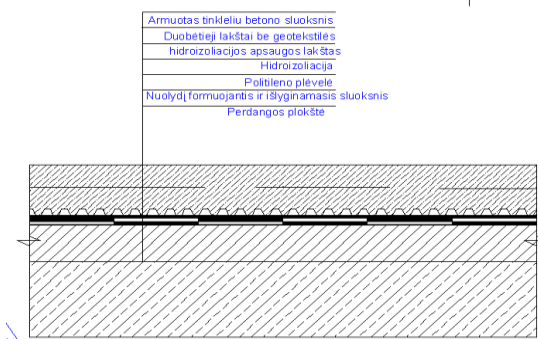
Betono sluoksnis (technical guide 2013) turi būti paremtas skaičiavimais, kad nebūtų per mažas atlaikyti didelės eismo apkrovas. Taip pat reikia atsižvelgti į duobėtųjų lakštų laikomąją galią, kad lakštai nebūtų sugniuždyti. Įrengiant stovėjimo aikšteles, pilamas betono sluoksnis turi tenkinti tokius reikalavimus (1.6 lentelė).

1.6 lentelė. Betono sluoksnio storis, priklausantis nuo transporto rūšies

Automobilio tipas	Betono sluoksnio storis
Lengvasis automobilis	≥ 10 cm.
Sunkvežimiai 3/3	≥ 10 cm.
Sunkvežimiai 6/6	≥ 15 cm.
Sunkvežimiai 9/9	≥ 15 cm.
Sunkvežimiai 12/12	≥ 20 cm.
Sunkvežimiai 16/16	≥ 20 cm.
Sunkieji sunkvežimiai 30	≥ 20 cm.
Sunkieji sunkvežimiai 60	≥ 35 cm.

1.31 paveiksle matome automobilių aikštelę su duobėtųjų lakštų drenuojančiu sluoksniu. Visi sluoksniai įrengiami kaip ir kitose sistemose. Prijungimai tokie patys kaip ir naudojant lakštus su geotekstile. Šios sistemos skirtumas, kad reikia lakštus kloti duobutėmis žemyn. Prieš klojant lakštus būtina padėti apsauginį hidroizoliacinį sluoksnį. Klojant lakštus svarbu jų nesugniuždyti.

Ant jų negalima laiptoti tiesiogiai. Dėl šios priežasties klojamos lentos ir pilamas rankomis 1-2cm betono sluoksnis, kad nebūtų sugniuždyti lakštai. Vėliau pilamas likęs betono sluoksnis pagal pasirinktą transporto apkrovą. Užpylus tam tikrą betono sluoksnį jis turi būti armuojamas tinkleliu.

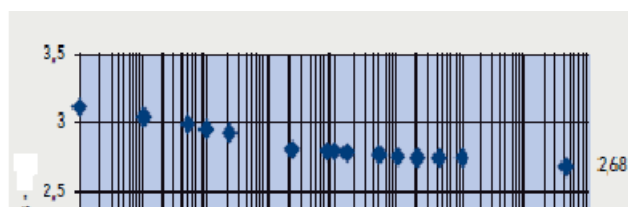


1.31 pav. Automobilių aikštelė su duobėtųjų lakštų drenuojančiu sluoksniu

Sistemos privalumai :

1) Duobėtieji lakštai beveik neturi valkšnumo, todėl išlaiko savo drenavimo savybes.

Duobėtieji lakštai beveik nekeičia savo drenažinių savybių praėjus 50m. Atliekant testą (hydroduct 2013) buvo naudojama 20 kPa apkrova. Buvo išbandomi 3,1 l/s talpos drenuojantys lakštai. Testas parodė, kad 3,1 l/s talpos lakštai, per 50 metų veikiant pastoviai 20kPa apkrovai, talpa sumažėjo tik iki 2,68 l/s.



1.32 pav. Duobėtųjų lakštų drenažinės savybės

2) Užtikrina patikimą drenažą.

Pėsčiųjų takai ir perėjos: tokiose vietose naudojant žvyro ar skaldos sluoksnį, vanduo gali kauptis ir neprasifiltruoti dėl šiukšlių ar nepakankamų drenažinių savybių. Žiemą sukauptas vanduo užšąla ir gali pažeisti paviršinį plytelių sluoksnį, jį iškeliant virš paviršiaus. Kitas galimas pažeidimas, kad užšalęs vanduo sugadins hidroizoliacinį sluoksnį. Todėl patartina naudoti duobėtuosius lakštus, kurie nekaupia vandens ir palaiko vienodą drenažą.

3) Suderinama su visomis hidroizoliacinėmis dangomis.

Duobėtieji lakštai naudojami tiek su plėvelinėmis tiek su prilydomosiomis dangomis, kurios tinkamos įrengiant eksploatuojamus stogus.

4) Išlaiko dideles apkrovas ir gali būti naudojami kur yra intensyvus eismas.

400 kN/m² apkrovas galinti atlaikyti medžiaga yra labai geras variantas sunkaus eksploatacinio režimo stoguose.

Sistemos trūkumai:

- 1) Nėra išsamių įrengimo instrukcijų lietuvių kalba, todėl daromos įrengimo klaidos, dėl šios priežasties stogas praranda eksploatacines savybes ir skaičiuojamos didelės remonto išlaidos.
- 2) Papildomai reikia naudoti hidroizoliacijos apsaugą, kad duobutės nepraspaustų dangos.

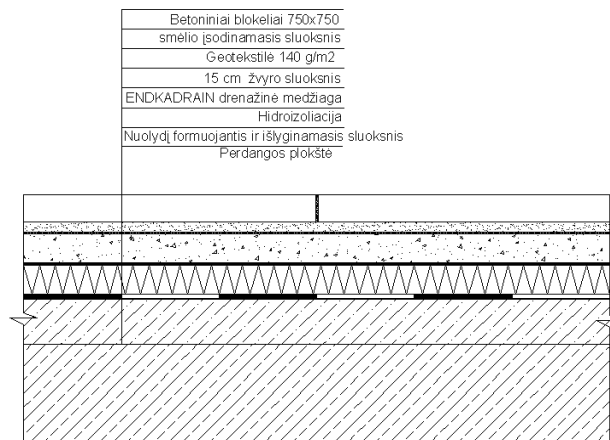
Geokompozitinis drenažas

Drenažiniam sluoksniui gali būti naudojama (Enkadrain drenažas 2014) dar neseniai atsiradusi drenažinė medžiaga ENKADRAIN 5004C/M110PP (1.33 pav.). Medžiaga pagrįsta – trierdviu kompozitu, kurį sudaro drenažinė šerdis, prijungta prie vienos arba įterpta tarp dviejų sintetinių geotekstilės sluoksnių. Šioje sistemoje apatinis sintetinės geotekstilės sluoksnis veikia kaip apsauga hidroizoliacijai. Danga klojama perimetru per visą stogą ir užleidžiama ant vertikalų paviršių ir parapetų taip pat kaip hidroizoliacija. Šios medžiagos įrengimas nesiskiria nuo duobėtųjų lakštų įrengimo. Pagrindinis šios medžiagos privalumas – papildomai apsaugoma hidroizoliacinė danga.



1.33 pav. ENKADRAIN 5004C/M110PP (Enkadrain drenažas 2014)

Galimas sistemos įrengimas pateikiamas 1.34 paveiksle.



1.34 pav. Eksploatuojamas stogas su geokompozitiniu drenažu

Atlikta eksploatuojamų stogų analitinė apžvalga. Nustatyta, kad eksploatuojamus stogus galima klasifikuoti pagal įvairius parametrus:

- pagal jų rūšį;
- eksploatacinį režimą;
- veikiančias apkrovas;
- konstrukcinį sprendinį;
- šilumos izoliacinį sluoksnį,
- drenuojantį sluoksnį;
- hidroizoliacinį sluoksnį.

2. INFORMACIJOS APIE EKSPLOATUOJAMUS STOGUS POREIKIO ANALIZĖ

Lietuvoje yra mažai informacijos apie eksploatuojamus stogus (Straipsniai apie stogus 2011). Lietuvoje egzistuojantys stogų įrengimo ir naudojamų medžiagų reglamentai neatitinka realios rinkos, daug naujai atsiradusių medžiagų net nėra minimos reglamentuose. Taigi projektuotojai parinkdami stogą dažniausiai yra priversti remtis gamintojų reklamomis, neatsižvelgdami į medžiagų specifikacijas ir konstrukciją. Juk svarbu ne tik kokybiškai atlikti darbus, bet ir tinkamai parinkti įvairiems stogo sluoksniams naudojamas medžiagas. Kartais net ir aukščiausios kvalifikacijos darbuotojai gali stogo dengimo darbus atlikti netinkamai, jei bus pasirinkta netinkama danga. Taip pat galima parinkti pigias medžiagas, dėl to greitai teks taisyti visą stogą.

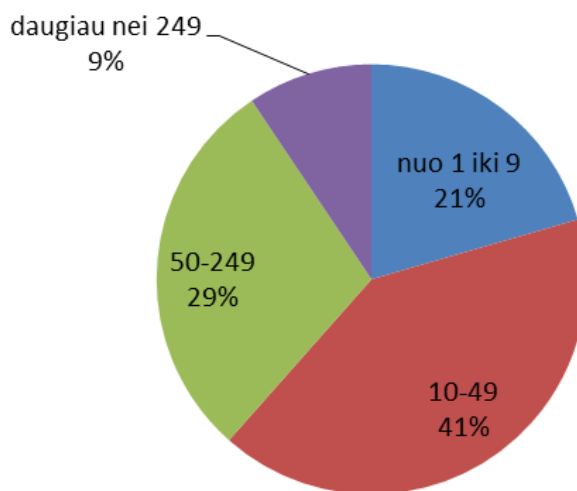
Visiškai surinktos ir paruoštos montavimui medžiagos iš užsienio dažniausiai neturi išsamaus įrengimo technologijos aprašymo. Todėl, įrengiant stogą, pasirenkami blogi sprendiniai ir daromos klaidos. Taip pat medžiagos atkeliavusios iš kitų šalių gali būti nepritaikytos Lietuvos eksploatacinėms sąlygoms, tačiau dėl informacijos trūkumo jos naudojamos mūsų stogams. Trūkstant informacijos projektavimo stadijoje parenkami netinkami, nekokybiški eksploatuojamų stogų mazgai. Pagal pirmame skyriuje pateiktą klasifikaciją matome, kad eksploatuojamų stogų variantų yra daug, todėl labai svarbu tinkamai suprojektuoti stogą.

Eksploatuojamų stogų informacijos trūkumą rodo 2012-2013 metais VGTU Kokybės vadybos centre atliktos apklausos rezultatai (121 anketa). Apklausoje dalyvavo statinio statybos vadovai ir statinio statybos techninės priežiūros vadovai (profesionalios kvalifikacijos kėlimo metu). Šiame skyriuje aptarsime apklausų rezultatus ir dėl informacijos trūkumo atsirandančias klaidas projektuojant/įrengiant eksploatuojamus stogus.

2.1. Bendra informacija

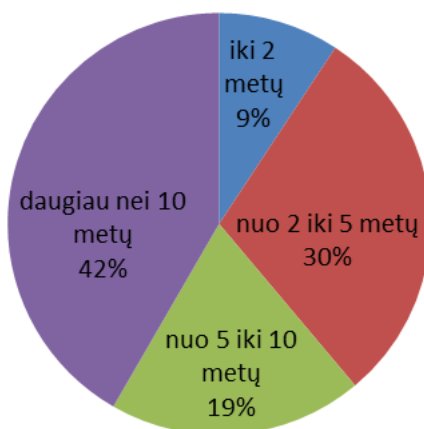
Apklausoje dalyvavo 121 statinio statybos vadovai ir statinio statybos techninės priežiūros vadovai (profesionalios kvalifikacijos kėlimo metu). Apklausos rezultatai parodė (2.1 pav.), kad daugiausiai darbuotojai dirba įmonėse, kuriose yra 10-49 darbuotojai. Tokiose įmonėse dirba 41 % apklausos dalyvių. 29 % apklausos dalyvių dirba stambiose įmonėse, kuriose yra nuo 50 iki

249 darbuotojų. Tik 9 % apklaustųjų dirba įmonėse, kuriose yra virš 250 darbuotojų. 21 % apklaustųjų dirba įmonėse, kurios turi iki 10 darbuotojų.



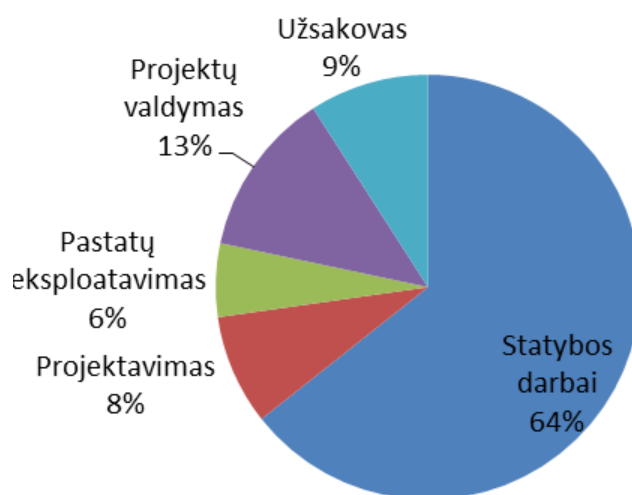
2.1 pav. Respondentų nuomonė apie įmonės dydį

2.2 paveiksle pateikti apklausos rezultatai, susiję su įmonės veiklos trukme. Iš apklausos rezultatų matome, kad mažiausiai tik 9 % yra įmonės, kurios pradėjo savo veiklą labai neseniai ir ją vykdo iki 2 metų. Nuo 2 iki 5 metų vykdančių savo veiklą įmonių yra 30 %. Patyrusios įmonės, vykdančios veiklą iki 10 metų, sudaro 19 %. Daugiausiai, net 42 %, įmonių yra vykdančios veiklą daugiau kaip 10 metų, todėl jos turi turėti sukaupusio didelę patirtį statybos srityje.



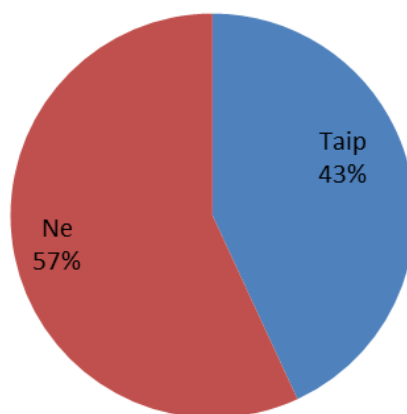
2.2 pav. Respondentų nuomonė apie įmonių veiklos trukmę

Informacija apie įmonių veiklą pateikiama 2.3 paveiksle. Čia matome, kad su statybos darbų organizavimu susiję 64 % apklaustųjų įmonių veiklos. Projektavimu užsiima 8 % įmonių. Kitomis statybos sektoriaus paslaugomis – pastatų eksploatavimu, projektų valdymu ir užsakovo funkcijomis – užsiima atitinkamai 6 %, 13 % ir 9 %. Pagal apklausos rezultatus matome, kad įmonės daugiausiai užsiima statybos ir projektavimo darbais.



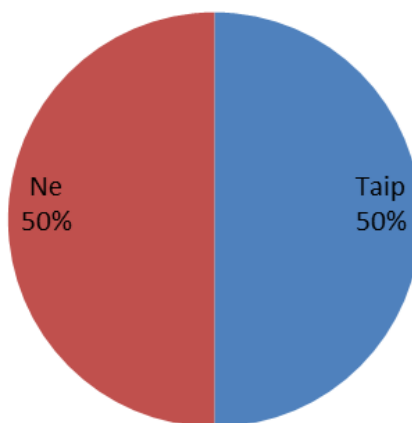
2.3 pav. Apklausos rezultatai: įmonės veiklos kryptis

Svarbu buvo išsiaiškinti, ar įmonės užsiima plokščiųjų eksploatuojamų stogų projektavimu, įrengimu. Šie apklausos rezultatai pateikiami 2.4 paveiksle. Iš apklausos rezultatų matome, kad 43 % įmonių įrengia arba projektuoja eksploatuojamus stogus. 57 % neužsiima eksploatuojamų stogų projektavimu arba įrengimu.



2.4 pav. Apklausos rezultatai: ar įmonėse įrengiami/projektuojami eksploatuojami stogai

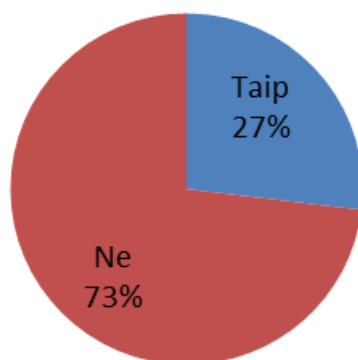
2.5 paveiksle matome, kad pusė apklaustųjų dalyvavo įrengiant ar projektuojant eksploatuojamą stogą, tad šioje srityje nėra naujokai. Deja, turima Lietuvos įmonių eksploatuojamų stogų įrengimo ir projektavimo patirtis yra nepakankama. Tą rodo apklausos rezultatai ir daromos klaidos projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.



2.5 pav. Apklausos rezultatai: ar apklaustasis dalyvavo projektuojant ar įrengiant eksploatuojamą stogą

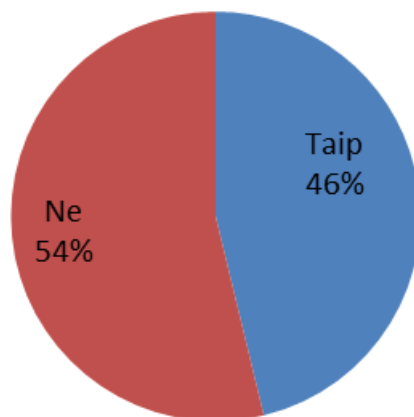
2.2. Informacijos apie eksploatuojamus stogus trūkumas

Šioje apklausos dalyje buvo stengiamasi išsiaiškinti statybos įmonių atstovų supratimą apie paprastus ir eksploatuojamus stogus. Buvo išvardinti eksploatuojami ir neeksploatuojami stogai, o apklausos dalyviai turėjo įvardyti, kurie iš jų yra eksploatuojami. Rezultatai pateikiami toliau. Atlikus apklausą matoma, kad net 27 % mano, kad šlaitinis stogas yra eksploatuojamas. 73 % atsakė teisingai: tai nėra eksploatuojamas stogas.



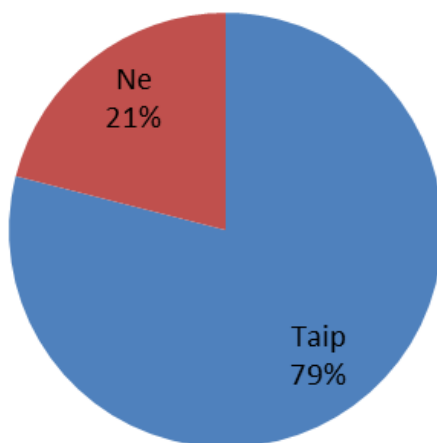
2.6 pav. Apklausos rezultatai: šlaitinis stogas

2.7 paveiksle matome, kad daugiau nei pusė apklaustųjų nežino, kad žalieji stogai yra eksploatuojami. Taip gali būti todėl, kad Lietuvoje šie stogai dar tebėra laikomi naujove, nors yra įrengta ne vienas tūkstantis kvadratinų metrų tokių stogų.



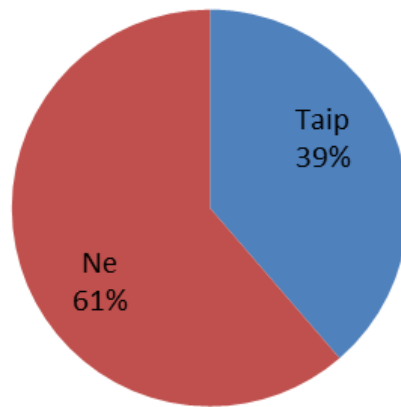
2.7 pav. Apklausos rezultatai: žalieji stogai

Vienas populiariausių eksploatuojamų stogų pasaulyje yra automobilių stovėjimo aikštelės. Apie šiuos stogus daugiau žinoma ir Lietuvoje. 79 % apklaustųjų atsakė teisingai, kad tai eksploatuojamas stogas. 21 % mano, kad tai nėra eksploatuojamas stogas.



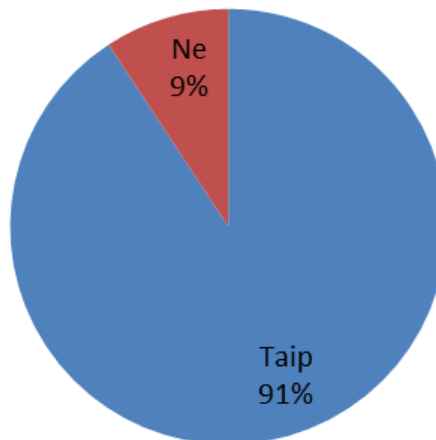
2.8 pav. Apklausos rezultatai: automobilių aikštelė

Pats populiariausias, tačiau neeksploatuojamas stogas Lietuvoje – stogas su bitumine danga. Šie stogai įrengiami ant daugiabučių namų. Net 39 % respondentų mano, kad šis stogas yra eksploatuojamas. 61 % atsakė teisingai, kad šis stogas nėra eksploatuojamas.



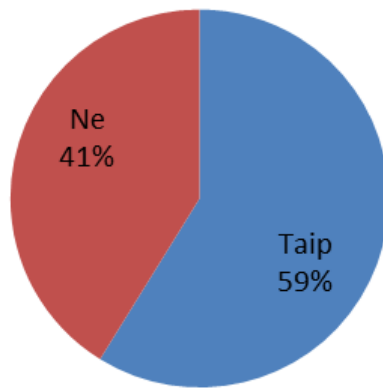
2.9 pav. Apklausos rezultatai: plokštieji stogai

Populiariausi eksploatuojami stogai Lietuvoje yra terasos. Daugiau nei 90 % apklaustųjų atsakė teisingai, kad šie stogai yra eksploatuojami ir tik 9 % mano, kad jie nėra eksploatuojami.



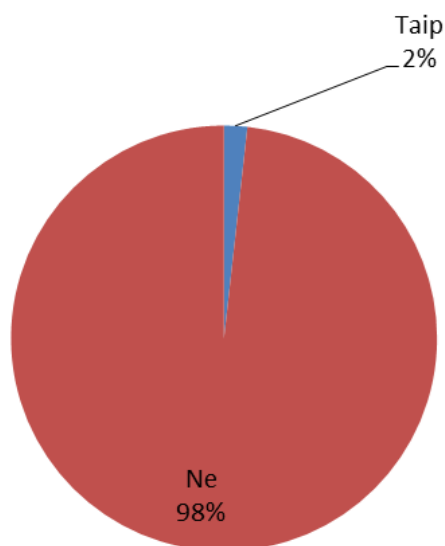
2.10 pav. Apklausos rezultatai: terasos

Dar viena dažnai aptinkama Lietuvoje eksploatuojamų stogų grupė yra pėsčiųjų takai arba pravažiavimai virš statinių. Nors šie stogai yra populiarius ir jų yra daug, tačiau net 41 % apklaustųjų nežino, kad šie stogai yra eksploatuojami. 59 % atsakė teisingai, kad tai yra eksploatuojamas stogas.



2.11 pav. Apklausos rezultatai: pėsčiųjų perėjos ir pravažiuojimai virš statinių

Visai neseniai eksploatuojamų stogų kategorijas papildė eksploatuojami rudieji stogai. Apie šiuos stogus žino tik 2% apklaustųjų. Šie stogai yra naujiena ir visame pasaulyje. Tai žaliųjų stogų modifikacija, skirta biologinei įvairovei padidinti ir išsaugoti.

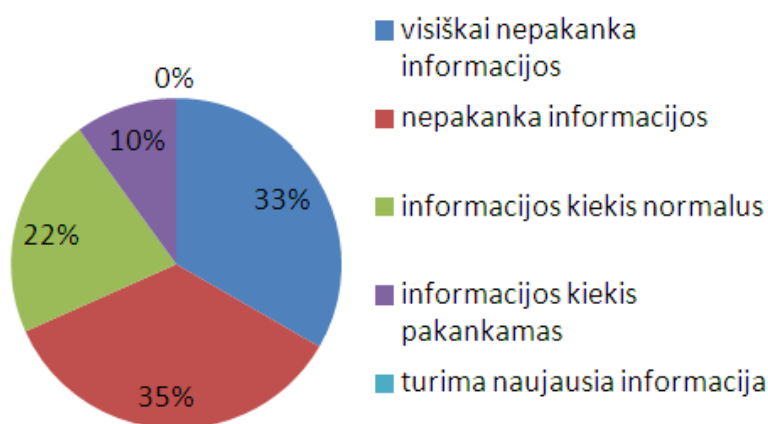


2.12 pav. Apklausos rezultatai: rudieji stogai

Pagal šios apklausos dalį galima teigti, kad Lietuvoje trūksta informacijos apie eksploatuojamus stogus. Žmonės, susiję su statybos procesais ir turintys aukštą kvalifikaciją, turėtų žinoti, kurie stogai yra eksploatuojami, o kurie iš jų nėra eksploatuojami. Kadangi tokia situacija yra su žmonėmis, kurie atlieka vadovaujantį darbą, tai galima nuspėti, kad žemesnių grandžių darbininkai apie šiuos stogus žino dar mažiau. Dėl informacijos trūkumo ir atsiranda esminės klaidos projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.

2.3. Informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą trūkumas ir projektavimo klaidos

2.13 paveiksle matome, ar pakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą. Pagal apklausos rezultatus paaiškėjo, kad 68 % (2/3) apklaustųjų nepakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą; 22 % apklaustųjų teigia, kad informacijos kiekis yra normalus, ir tik 10 % mano, kad informacijos kiekis yra pakankamas. Naujausios informacijos neturi nė vienas anketas pildęs apklaustasis (0 %).



2.13 pav. Respondentų nuomonė apie eksploatuojamų stogų informacijos trūkumą

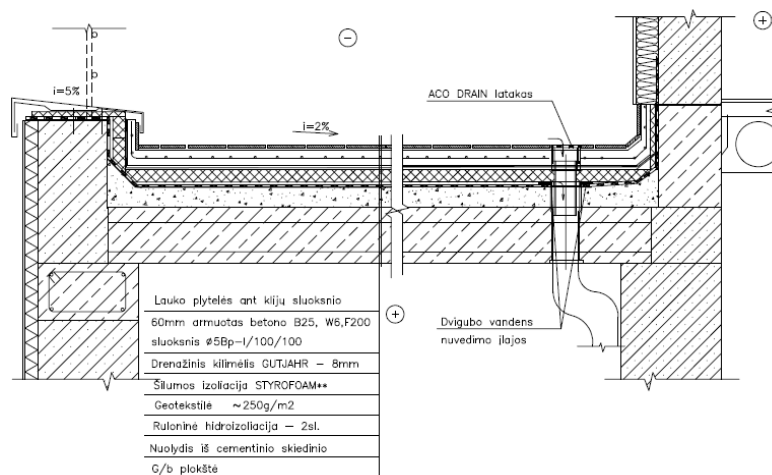
Dėl informacijos trūkumo projektavimo stadijoje įrengiami nekokybiški eksploatuojami stogai, kurie po kelerių metų eksploatavimo pradeda praleisti vandenį. Projektinius eksploatuojamų stogų variantus siūlo ir didieji medžiagų gamintojai, ir atskiri kiekvienos firmos projektuotojai. Panagrinėsime keletą eksploatuojamų stogų projektinių variantų, pateikiamų Lietuvoje arba jau įrengtų mūsų šalyje.

Medžiagų gamintojų siūlomi mazgai

2.14 paveiksle matome šiltinimo medžiagų gamintojo siūlomą eksploatuojamo atvirkštinio stogo mazgą. Pagal STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ keliamus reikalavimus eksploatuojamo stogo nuolydis turi būti bent 1,4 laipsnio. Jeigu nuolydis daromas 0,7-1,4 laipsnio šio tipo stogams reikia naudoti specialius sprendinius ir specialias tam pritaikytas medžiagas (34 punktas). Siūlomo projektinio varianto nuolydis parodytas 2%, o tai yra mažiau

nei 1,4 laipsnio, todėl šiam sprendiniui turėtų būti naudojamos specialios medžiagos ir technologija, o siūlomame variante apie tai neužsiminta. Taip pat turėtų būti rodomas nuolydis ne tik stogo paviršiuje, bet ir prie hidroizoliacinės dangos link įlajos .

Šiame stoge naudojama dvigubo surinkimo įlaja, kuri surenka vandenį nuo stogo paviršiaus ir hidroizoliacinės dangos. Tačiau stogo drenažas įrengtas virš šilumą izoliuojančio sluoksnio, taigi prie hidroizoliacinio sluoksnio gali kauptis vanduo.

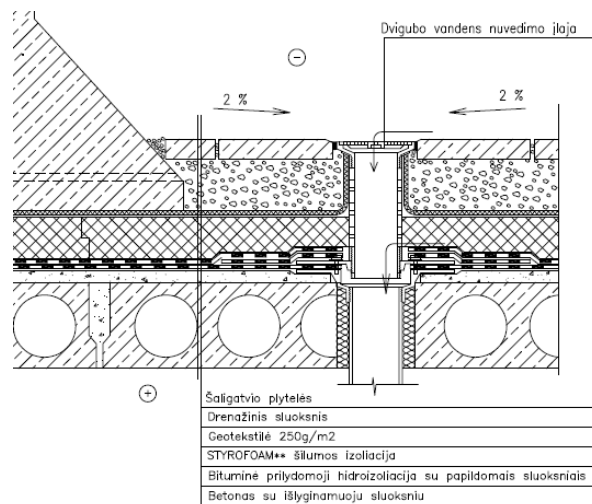


2.14 pav. Gamintojo siūlomas atvirkštinio stogo mazgas (Isover eksploatuojami stogai 2014)

2.15 paveiksle matome kito stogo mazgą su analogiška situacija, kai nuolydis ties hidroizoliacija neparodomas. Paviršiaus parinktas nuolydis 2% gali būti naudojamas tik su specialiomis medžiagomis ir sprendiniais, apie kuriuos čia nieko nepaaiškinama.

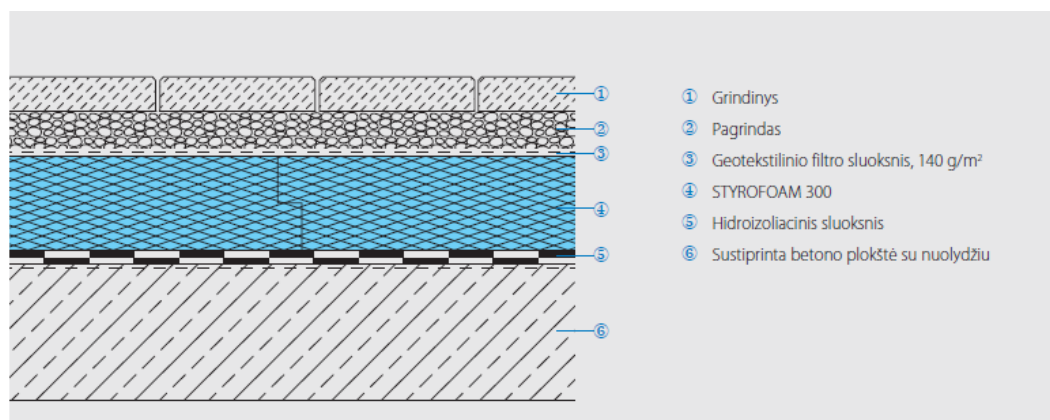
Pagal STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga;

Šiame stoge po šaligatvio plytelėmis esantis žvyro ir smėlio sluoksnis veikia ne tik kaip drenažas, bet ir kaip apkrovas perimantis sluoksnis, todėl drenažas šiame stoge nėra išspręstas iki galo. Papildomai reikėtų naudoti drenažinį kilimėlį.



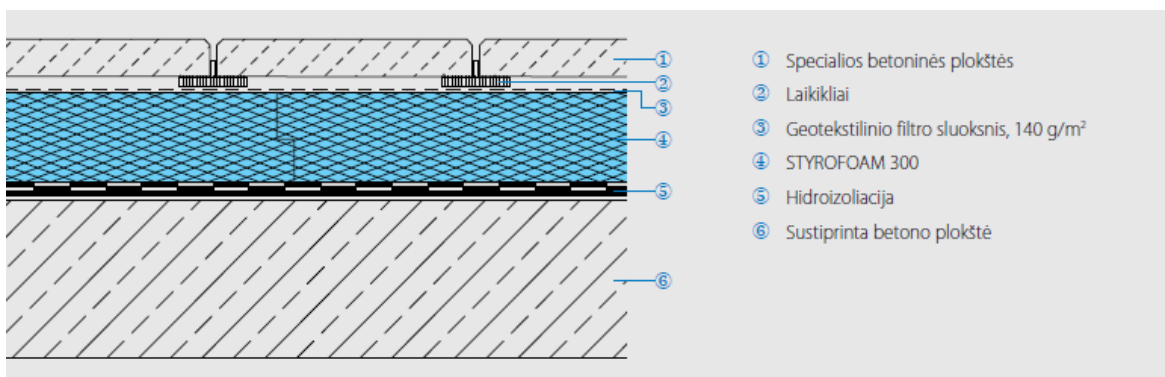
2.15 pav. Eksploatuojamo stogo mazgas (Isover eksploatuojami stogai 2014)

2.16 paveiksle matome eksploatuojamo atvirkštinio stogo mazgą. Pagal STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Šiame stoge matomas grindinys ir pagrindo išsodinimo sluoksnis, po kurio eina skiriamasis filtruojantis geotekstilės sluoksnis ir šilumos izoliacija. Šiame mazge neišspręstas drenažinio sluoksnio įrengimas. Geotekstilė atlieka filtruojančio sluoksnio funkciją, tačiau ji neužtikrina reikiamo drenažo, todėl reiktų įrengti drenažinį kilimėlį arba kitą analogišką drenuojantį sluoksnį.

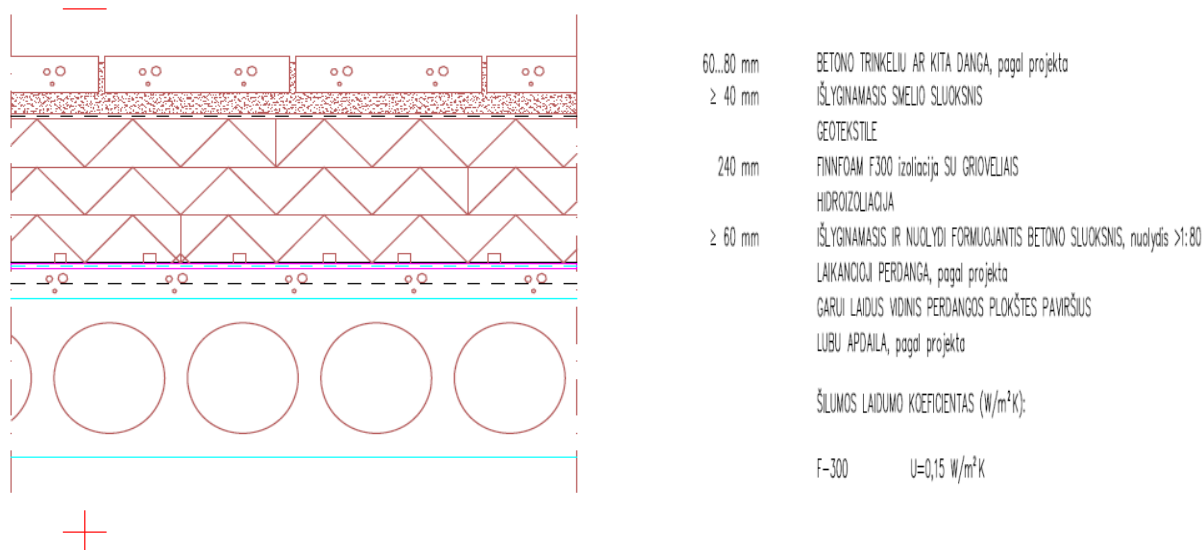


2.16 pav. Styrofoam eksploatuojamas atvirkštinis stogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014)

2.17 pav. matome analogišką situaciją, kai iki galo nėra išspręstas drenažas ir šilumos izoliacinės plokštės sulaiko vandenį ir neleidžia jam laisvai drenuotis nuo stogo per įrengtas įlajas.



2.17 pav. Styrofoam eksploatuojamas atvirkštinis stogas – terasa (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014)



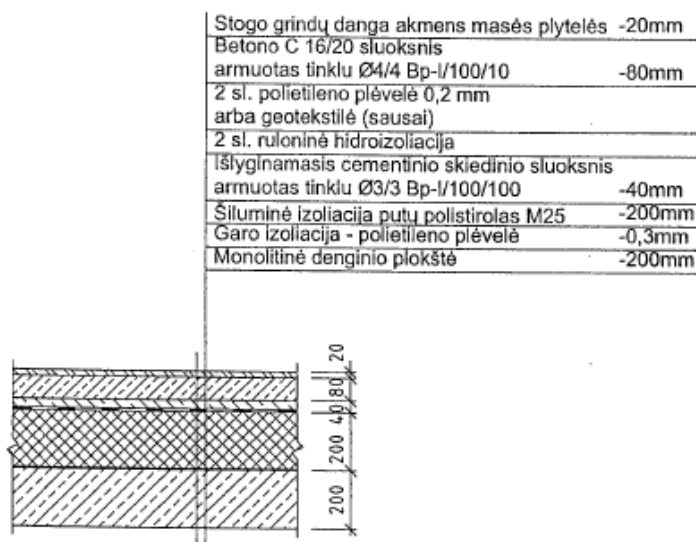
2.18 pav. Fynfoam atvirkštinio stogo mazgas (Atvirkštiniai stogai 2013)

2.18 paveiksle matome atvirkštinį eksploatuojamą stogą. Pagal STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Šiame stoge taip pat yra filtruojantis geotekstilės sluoksnis, kuris neužtikrina drenažo, papildomai reikia naudoti drenažinį kilimėlį arba analogišką drenažą.

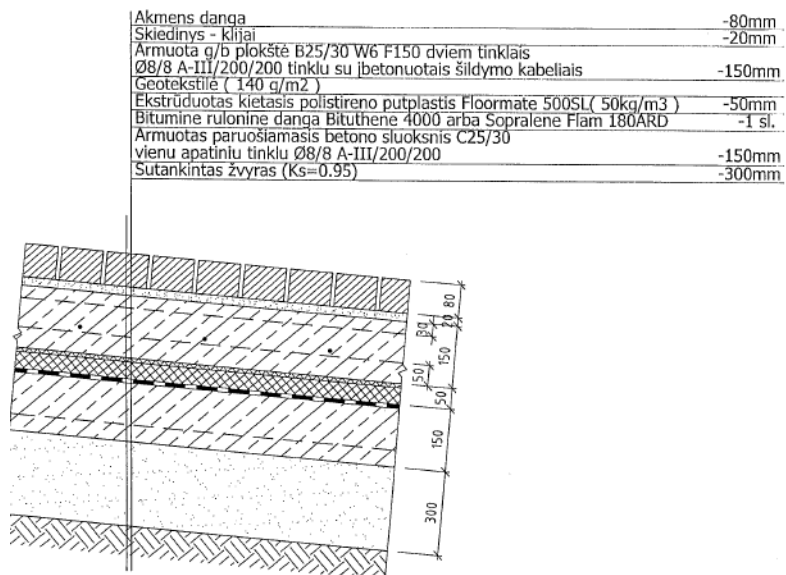
Projektuotojų siūlomi mazgai

Pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio

sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Projektuotojo pateiktame mazge tarpinis sluoksnis siūlomas geotekstilė. Šiuo (2.19 pav.) atveju kontakte su betonu geotekstilė neatlieka jokių funkcijų ir tik kaupia drėgmę. Tokiame mazge geotekstilės naudoti negalima. Virš hidroizoliacinio sluoksnio nėra numatomas drenažinis sluoksnis, kuris būtinas, pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. Toks eksploatuojamas stogas negali būti įrengiamas.



2.19 pav. tradicinis eksploatuojamas stogas (Karablikovas 2011)



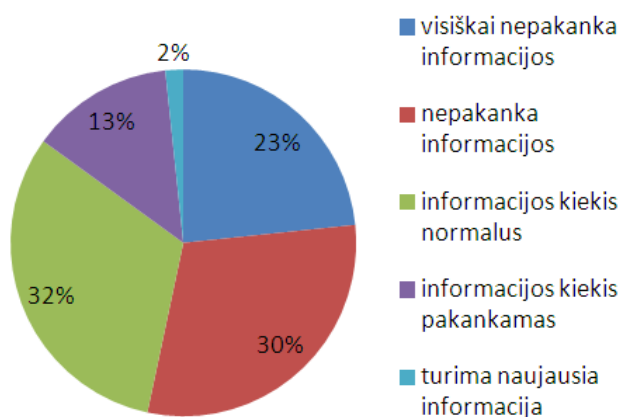
2.20 pav. Atvirkštinis stogas praėjimas – pravažiavimas (Karablikovas 2011)

Šiame stoge analogiška situacija (2.19 pav.). Pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Projektuotojo pateiktame mazge tarpinis sluoksnis siūlomas geotekstilė. Šiuo atveju (2.19 pav.) kontakte su betonu geotekstilė neatlieka jokių funkcijų ir tik kaupia drėgmę. Tokiame mazge geotekstilės naudoti negalima. Virš hidroizoliacinio sluoksnio nėra numatomas drenažinis sluoksnis, kuris būtinas, pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. Toks eksploatuojamas stogas negali būti įrengiamas.

Pagal apklausų rezultatus ir realią situaciją šalyje matome, kad informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą trūkumas yra didelė problema, kuri itin aktuali mūsų šaliai.

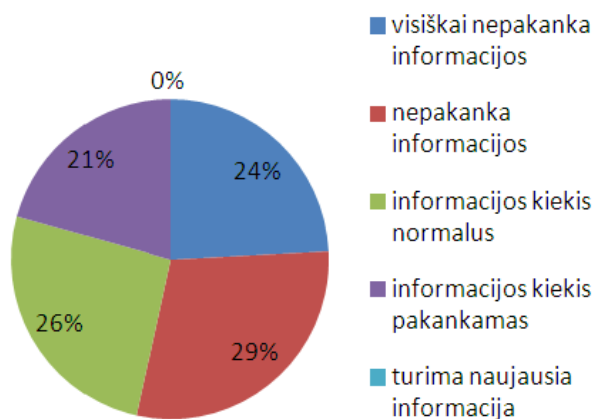
2.4. Informacijos apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją ir naudojamus medžiagas trūkumas

2.21 paveiksle matome, ar pakanka informacijos apie eksploatuojamiems stogams naudojamus medžiagas. 53 % iš apklaustųjų teigia, kad informacijos nepakanka, 32 % mano, kad informacijos kiekis yra normalus ir 13 % mano, kad informacijos kiekis yra pakankamas. Ir tik 2 % teigia, kad turi pačią naujausią informaciją apie eksploatuojamiems stogams naudojamus medžiagas.



2.21 pav. Referentų nuomonė apie eksploatuojamiems stogams naudojamus medžiagas

2.22 paveiksle matome referentų nuomonę apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją. Pagal apklausos rezultatus matome, kad 53 % apklaustųjų teigia, kad jie visiškai neturi informacijos apie šių stogų technologiją. 26 % teigia, kad informacijos kiekis yra normalus ir 21 % teigia, kad informacijos kiekis yra pakankamas. Šios apklausos dalyviai nei vienas neatsakė, kad turi naujausią informaciją apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją.



2.22 pav. Apklausos rezultatai apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją

Kaip rodo apklausos rezultatai, Lietuvoje trūksta informacijos apie eksploatuojamiems stogams naudojamas medžiagas ir jų įrengimo technologiją. Dėl šios priežasties taip pat daromos klaidos stogo įrengimo etapuose.

Daromos klaidos dėl technologijos nežinojimo

Hidroizoliacijos įrengimas

1) Įrengiant plokščiuosius eksploatuojamus stogus labiausiai paplitusi yra ritininė prilydoma stogo danga. Pagrindinis klijuojamo sluoksnio suminkštinimo būdas – paviršiaus pašildymas degiklių liepsna. Tai yra pernešami rankiniai degikliai, pajungti prie suskystintų dujų balionų. Stogo danga iš ritininių medžiagų įrengiama daugiasluoksnė. Kuo mažesnis nuolydis tuo griežtesni reikalavimai keliami hidroizoliacinei stogo dangai, tuo ji daroma storesnė. Eksploatuojamiems stogams įrengti naudojamas pastorintos bituminės polimerinės medžiagos.

Dengiant stogą iš prilydomųjų ritininių medžiagų reikia griežtai laikytis šių taisyklių:

- klijuojamos juostos ir pagrindo paviršiai šildomi kartu ir vienodu intensyvumu;

- degiklis visą laiką turi judėti skersai juostos, kad būtų užtvirtintas viso jos paviršiaus vienodas pašildymas;
- bitumas ant suklijuojamų paviršių turi būti suminkštinamas, bet neturi tekėti. Skysto bitumo atsiradimas liudija apie medžiagos perkaitinimą;
- paviršių temperatūra reguliuojama didinant arba mažinant jų šildymo trukmę, nuo kurios priklauso ir klijavimo greitis.

Tokios hidroizoliacijos įrengimo pagrindinė problema kvalifikuotų darbininkų trūkumas. Dažniausiai daroma klaida - neteisingas dangos juostų išdėstymas. Kita klaida statybos metu yra netinkamas hidroizoliacinio sluoksnio klojimas. Pastaruoju metu statybininkai klodami hidroizoliacinę dangą siūles nukreipia į nuolydžio pusę. Kadangi įrodyta, jog siūlės nėra pakankamai stiprios, šis sprendimas yra klaidingas.

Pati svarbiausia šių dangų problema yra siūlės. Siūlės yra gerokai silpnesnės negu pati danga. Taip pat nėra patikimo kontrolės būdo, nes negalima kontroliuoti nei virinimo greičio, nei prispaudimo jėgos. Vienintelis kontrolės būdas yra išsilydžiusios masės bitumo ruoželis. Kadangi nėra tikslaus laiko, kiek reikia kaitinti siūlių sujungimus, tai tampa pagrindine šių dangų įrengimo problema. Netinkamai įrengtų siūlių vietose greitai atsiranda masiški pratekėjimai. Rekomenduojama papildomai įrengti bent vieną dangos sluoksnį dėl geresnio siūlių perrišimo.

2) Eksploatuojamiems stogams vis labiau imama naudoti plėvelines hidroizoliacines dangas. Plėvelinę, arba sintetinę stogo dangą sudaro vienas sintetinės plėvelės sluoksnis 0,7 ... 2,0 mm storio, kuris gali būti papildomai armuotas poliesterio audinio tinkleliu, poliesterio neaustine medžiaga (geotekstile) ar neausto stiklo audinio pluoštu. Armuotas sluoksnis gali būti klojamas atskirai arba, gamybos metu, įpresuojamas į vieną iš plėvelės pusių. Šios dangos kelis kartus tvirtesnės, nei ritininės prilydomos, taip pat didesnis atsparumas atmosferos veiksniams. Vienas didžiausių šių dangų privalumų yra tai, kad jos klojamos vienu sluoksniu. Čia siūlėms skiriamas ypatingas dėmesys. Jos gali būti klijuojamos arba suvirinamos karštu oru. Taip įrengiamos dangos siūlės yra tvirtesnės už pačią dangą. Siūlės daromos užleistinės.

Tokioms dangoms įrengti reikia ypač kvalifikuotų darbininkų. Pagrindas turi būti paruoštas ypač kruopščiai ir būti lygus. Labai svarbu neperkaitinti medžiagos. Pagrindinės klaidos yra mechaninis dangos pažeidimas dėl neatsargumo.



2.23 pav. Perkaitinta stogo danga (Walter *et al.* 2004)

2.23 paveiksle matome perkaitintą stogo dangą. Darbininkai netinkamai pasirinko prilydomos dangos klijavimo laiką. Bitumas išsilydė per daug ir tapo skysta mase. Tokia danga paranda savo maksimalias eksploatacines savybes. 2.24 paveiksle matome per mažai kaitintą dangą. Šiuo atveju laikas buvo parinktas per mažas ir danga nesukibo tarpusavyje. Taigi matome, kad prilydomų dangų didžiausia problema yra jų tarpusavio jungimo laiko parinkimas. Ir tinkamas siūlių įrengimas.



2.24 pav. Per mažai šildyta siūlė (Walter *et al.* 2004)



2.25 pav. Hidroizoliacinės dangos praspaudimas (Karablikovas 2011)

2.25 paveiksle matome hidroizoliacinės dangos praspaudimo variantą. Šiuo atveju danga praspauda nes netinkamai montuojami virš dangos esantys sluoksniai, taip pat nededamas papildomas apsauginis sluoksnis dėl hidroizoliacijos apsaugos. Žmonės montuodami dangą taip pat ją gali pažeisti neatsargiai elgdamiesi montavimo metu. Tokia hidroizoliacinė danga praleidžia vandenį, o stogas netinkamas eksploatavimui. Šioje situacijoje praspaudimas vyko, nes nebuvo naudojamas apsauginis sluoksnis tarp hidroizoliacijos ir duobėtųjų lakštų.

Drenuojančio sluoksnio įrengimas

Visame pasaulyje sparčiai išpopuliarėjo ir vis dažniau naudojami duobėtieji lakštai skirti drenuojančiam sluoksniui įrengti. Tinkamai įrengta ši medžiaga užtikrina patikimą drenažą. Deja Lietuvoje įrengiant šią medžiagą daroma galybė klaidų. Drenuojantį sluoksnį nagrinėsime tik iš duobėtųjų lakštų.

Pradinė klaida, kuri daroma įrengiant eksploatuojamus stogus yra ta, kad pasirenkami lakštai skirti ne eksploatuojamiems stogams. Šio tipo stogams naudojami lakštai, kurie tinkami horizontaliam drenažui.

Lakštų klojimo stadijoje dažniausiai pasitaikančios klaidos yra netinkamas lakštų tarpusavio sujungimas ir netinkamas užleidimas vienas ant kito. Taip pat dažnai duobėtieji lakštai neužleidžiami ant vertikalų paviršių. Svarbu, kad ši medžiaga padengtų visą hidroizoliacinį sluoksnį, o ties parapetu būtų sandarus mazgas.

Kitas stogo sluoksnis – skiedinio arba betono išlyginamasis sluoksnis turi būti įrengiamas nedelsiant, norint išvengti korinės dangos mechaninio pažeidimo. Jeigu to padaryti negalima, rekomenduojama bent užpildyti skiediniu lakštų duobutes. Darbininkai dažnai nepaiso šio reikalavimo ir medžiaga būna pažeidžiama dar pilnai jos neįrengus. Laikinais ant dangos vaikščioti galima tik uždėjus lentas.

Duobėtieji lakštai gaminami su geotekstilės sluoksniu arba be jo. Skirtinga lakštų gamyba nulemia ir skirtingą jų montavimą. Naudojant lakštus su geotekstile, geotekstilės sluoksnis visada turi būti viršuje (t. y. duobėti lakštai montuojami kaušeliais į viršų). Taip sukloti lakštai padengiami plauto žvyro sluoksniu, kurio storis priklauso nuo apkrovų. Šioje situacijoje negalima naudoti betono, nes geotekstilė netenka savo drenavimo savybių. Tinkamai įrengti duobėtieji lakštai laiko 400kN/m^2 apkrovą, o tai leidžia jiems atlaikyti itin didelių transporto priemonių apkrovas.

Kita duobėtųjų lakštų rūšis – duobėti lakštai be geotekstilės sluoksnio. Čia, kaip ir praeitame variante, paruošiamas pagrindas, sujungiami ir suklojami lakštai, padaromi užleidimai ant vertikalių paviršių. Esminis skirtumas tas, kad naudojant šiuos lakštus, juos reikia montuoti kaušeliais į apačią. Ant suklotų lakštų įrengiami tarpiniai – skiriamieji, vėliau dangos sluoksniai. Su šiais duobėtaisiais lakštais reikia naudoti betoninę dangą, kartu su armuojamuoju tinkleliu.

Lietuvoje pagrindinė daroma klaida, duobėtųjų lakštų netinkamas klojimas. Duobėti lakštai su geotekstile montuojami nukreipiant geotekstilę į apačią, o lakštai be geotekstilės montuojami kaušeliais į viršų. Darant šias klaidas stogas praranda eksploatacines savybes. Išardžius pratekanti stogą paaiškėja, kad duobėtieji lakštai yra visiškai sutraiškyti nuo apkrovų, netekę drenavimo ir eksploatacinių savybių.

Dar viena klaida montuojant šią drenavimo sistemą – apsauginio sluoksnio nebuvimas. Norint išvengti lakštų ir hidroizoliacijos praspaudimo, tarp lakštų ir hidroizoliacijos įrengiamas apsauginis sluoksnis. Šis sluoksnis anksčiau nebuvo projektuojamas, tačiau atsiradus stogų pažeidimams į jį būtina atsižvelgti projektuojant.

2.26 paveiksle matomas Lietuvoje įrengto pastato blogas lakštų montavimas. Duobėtieji lakštai neturėjo geotekstilės, tačiau buvo montuojami kaušeliais į viršų. Dėl šios priežasties jie neteko savo eksploatacinių savybių, buvo praspauti. Stogas neteko drenažinių savybių ir prasidėjo vandens pratekėjimas, sudarantis milžiniškus stogo remonto nuostolius. 2.27 paveiksle matome analogišką situaciją. Šiuo atveju lakštai turėjo geotekstilės sluoksnį, tačiau buvo montuojami kaušeliais ir geotekstile į apačią.



2.26 pav. Neteisingas lakštų klojimas 1 nuotrauka (Karablikovas 2011)



2.27 pav. Neteisingas lakštų klojimas 2 nuotrauka (Karablikovas 2011)



2.28 pav. Sutrinti lakštai, praspasta hidroizoliacinė danga (Karablikovas 2011)

2.28 paveiksle matomas vaizdas, kai netinkamai montuojami lakštai, tačiau tai dar ne vienintelė problema. Danga yra visiškai sutraiškita, taigi nebuvo laikomasi jos įrengimo instrukcijų. Nebuvo paklojamos lentos vaikščioti žmonėms, arba nebuvo išliejamas minimalus 1-2cm betono sluoksnis. Dėl šios priežasties technika arba žmonės pažeidė dangą dar iki jos eksploatacijos pradžios.

Parapetų, vertikalių paviršių įrengimas

Įrengiant parapetus ir sujungimus su vertikaliais paviršiais pagrindinė klaida yra techninio reglamento nesilaikymas. Stogo susijungimo vietose su sienomis ir kitais vertikaliais paviršiais pastarieji turi būti padengti hidroizoliacine danga nuo stogo viršaus aukštyne ne mažiau kaip 300 mm. Hidroizoliacinės dangos kraštas vertikaliame paviršiuje turi būti patikimai užsandarintas, kad į stogo konstrukcijas nepatektų vanduo.

Parapetai turi būti įrengti ne mažesniame kaip 100 mm aukštyje. Viso pastato perimetru jie turėtų būti įrengti viename lygyje.

Šių reikalavimų dažnai pamirštama laikytis ir hidroizoliacija nebūna pakankamai užleidžiama ant vertikalių paviršių. Kita klaida: jei pasirenkamas netinkamas mazgas, jį įrengus jis praleidžia vandenį.



2.29 pav. Neteisingas vitrinos įrengimas ant stogo (Karablikovas 2011)

2.29 paveiksle matome neteisingai įrengtą prijungimą prie vertikalių paviršių. Šioje situacijoje hidroizoliacija neužleidžiama 300mm nuo stogo viršaus ant vertikalių paviršių, kas yra būtina pagal STR 2.05.02:2008. Statinių konstrukcijos. Stogai reikalavimus.

Deformacinės siūlės

Gana dažnai pasitaikanti pažeidimų priežastis yra neteisingai arba visai neįrengtos deformacinės siūlės. Dėl plytelių ir pagrindo temperatūros ar drėgnumo skirtumo susidarančios šlyties jėgos trupina siūlių glaistą, atplėšia hidroizoliaciją, klijus ar plyteles nuo pagrindo ir netgi suardo pačias plyteles. Ir nežymūs mikrotrūkiai siūlių glaiste yra puiki vieta kauptis drėgmei ir organinėms medžiagoms. 2.30 paveiksle matome pažeistą stogą, kai plytelės atplėštos nuo pagrindo.



2.30 pav. Atplėštos nuo pagrindo plytelės (Karablikovas 2011)

Taigi išnagrinėjus eksploatuojamų stogų ekspertizių medžiagą įrodomas informacijos trūkumas apie eksploatuojamiems stogams naudojamas medžiagas ir technologiškumą, kuris atspindi ir apklausos rezultatuose.

2.5. Informacijos trūkumo ir daromų klaidų pasekmės

Dėl daromų klaidų atsiranda stogo pažeidimai. Eksploatuojamo stogo pažeidimai reikalauja didelių remonto išlaidų. Daromos klaidos yra pagrindinė priežastis, kodėl stoguose prasideda pratekėjimas ir stogas praranda eksploatacines savybes. Čia pateikiama keletas vaizdų, kai dėl stogo pratekėjimo pažeidžiamos kitos pastato konstrukcijos.

2.31 paveiksle matome, kai dėl stogo pratekėjimo yra pažeidžiama būto sienos apdaila. 2.32 paveiksle analogiškas atvejis, tik čia pažeistos sienos ir lubų konstrukcijos.



2.31 pav. Vandens pažeista siena (Karablikovas 2011)



2.32 pav. Pažeista sienos ir lubų konstrukcija (Karablikovas 2011)

Ekspluatuojamam stogui praradus eksploatacines savybes yra pažeidžiamos ir vidinės pastato konstrukcijos. Vidiniai pažeidimai gali būti:

1. Pažeista sienų apdaila.
2. Pažeista lubų apdaila.
3. Ant konstrukcijų veisiasi pelėsis ir grybai.
4. Metalų konstrukcijos koroduoja.
5. Mūras sluoksniuojasi.
6. Silpnėja konstrukcijų laikomoji galia.
7. Pažeidžiamas gelžbetonio konstrukcijų apsauginis sluoksnis.
8. Elektros instaliacijos pažeidimas ir kt.

3.1 skyriuje pateikiami sąmatiniai skaičiavimai ir statybos kainos išaugimas, dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus. Šioje dalyje neįvertinami vidiniai konstrukcijų pažeidimai, nes pasekmių apimtis nepriklauso nuo eksploatuojamo stogo tipo.

3. EKSPLOATUOJAMŲ STOGŲ REMONTO KAINOS TYRIMO REZULTATAI IR DUOMENŲ BAZĖS KŪRIMAS

2 skyriuje išsiaiškinome, kad:

1. Lietuvoje trūksta informacijos apie eksploatuojamus stogus.:46 % apklaustųjų nežino, kad pėsčiųjų perėjos ir pravažiavimai virš statinių yra eksploatuojami stogai. 39 % mano, kad plokštieji stogai su bitumine danga yra eksploatuojami. Lietuvoje nežinoma apie ruduosius eksploatuojamus stogus, pusė apklaustųjų nežino ir apie žaliuosius eksploatuojamus stogus. 14 % apklaustųjų nežino, kad terasa yra eksploatuojamas stogas ir 27 % mano, kad šlaitinis stogas yra eksploatuojamas.
2. 68 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą, nė vienas apklaustasis neturi naujausios informacijos apie šiuos stogus.
3. 53 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie rinkoje esančias medžiagas ir tik 2 % turi naujausią informaciją.
4. 53 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją.

Taip pat aptarėme klaidas, kurios atsiranda netinkamai parengus eksploatuojamo stogo projektą, neturint reikalingos informacijos apie naudojamą medžiagą, technologiją. Dėl daromų klaidų projektavimo stadijoje stogo kaina išauga kelis kartus. Blogai suprojektuotą ir įrengtą stogą reikia išardyti, vėliau parengti naują projektą ir iš naujo įrengti eksploatuojamą stogą. Šiame skyriuje apžvelgsime, kiek kartų išauga įvairių eksploatuojamų stogų kaina ir įrengimo laikas dėl netinkamai suprojektuoto ir įrengto stogo.

Norint ateityje išvengti klaidų, projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus reikia kurti eksploatuojamų stogų duomenų bazę, kartu su mazgais, dažniausiai daromomis klaidomis ir rekomendacijomis ši tipo stogams.

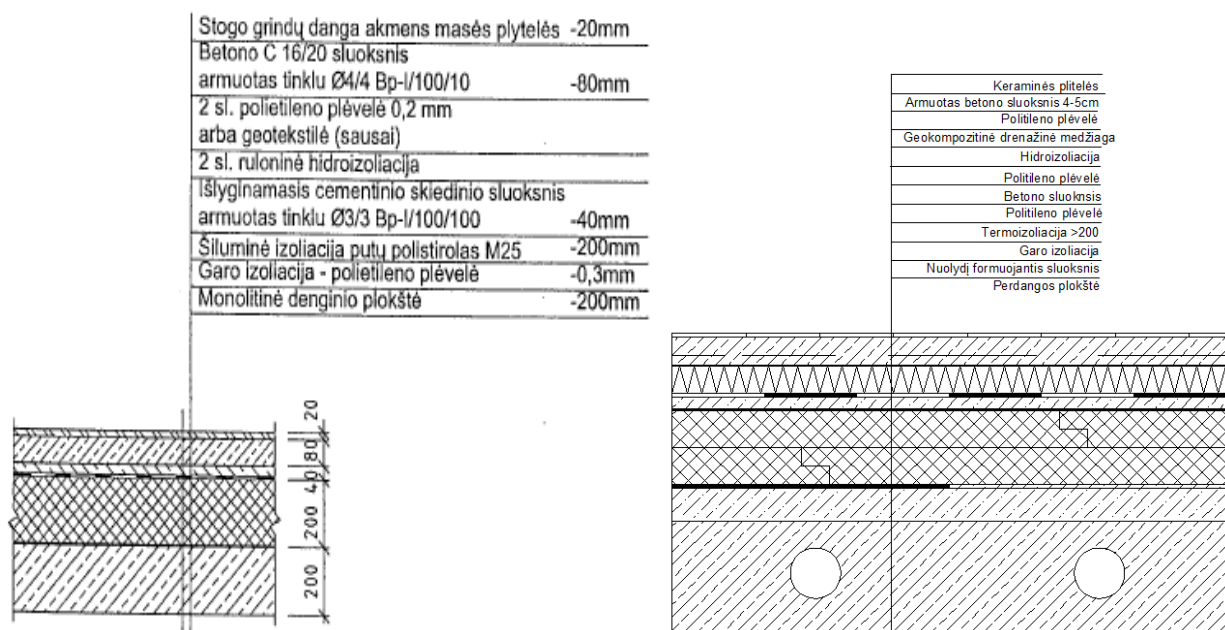
3.1. Tyrimo rezultatai

Terasa

Pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo

pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Projektuotojo pateiktame mazge tarpinis sluoksnis siūlomas geotekstilė. Šiuo atveju (3.1 pav.) kontakte su betonu geotekstilė neatlieka jokių funkcijų ir tik kaupia drėgmę. Tokiame mazge geotekstilės naudoti negalima. Virš hidroizoliacinio sluoksnio nėra numatomas drenažinis sluoksnis, kuris būtinas, pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. Toks eksploatuojamas stogas negali būti įrengiamas.

Dešinėje 3.1 paveikslo pusėje matome teisingai suprojektuotą eksploatuojamo stogo – terasos mazgą. Šiame stoge virš hidroizoliacijos įrengiamas geokompozitinis drenažas. Taip pat vietoj geotekstilės skiriamąjį sluoksnio naudojama polietileno plėvelė.



3.1 pav. Terasos sprendiniai: kairėje – blogas (Karablikovas 2011), dešinėje – geras

Neteisingo projekcinio terasos sprendinio kaina yra 307.1 Lt/m^2 (3.1 lentelė). Medžiagų, darbo ir mechanizmų kaina yra apskaičiuota SES 2004 programa. Įrengti tokios terasos 1 m^2 reikia 12,43 valandos. Darbo valandų skaičiavimai atliekami naudojantis Lietuvos statistikos departamento pateikiamu vidutiniu darbo užmokesčiu statybos sektoriuje, kuris yra 13.08 Lt/h (2013 4 ketvirtis).

3.1 lentelė. Neteisingo terasos projektinio sprendinio 1m² įrengimo kaina ir darbo valandos

Stogo vieta	Darbai	Kaina	Mato vnt.	Žmonių darbo valandos	Mato vnt.
Pagrindas	nuolydžio formavimo sluoksnio įrengimas	19	Lt/m ²	0,99	žm.val
	išlyginamojo sluoksnio įrengimas	25	Lt/m ²	1,15	žm.val
	garo izoliacija	3,7	Lt/m ²	0,17	žm.val
Kiti sluoksniai	Polietileninė plėvelė	3,7	Lt/m ²	0,17	žm.val
	Geotekstilė	8,7	Lt/m ²	0,32	žm.val
Šilumos izoliacija	EPS putplastis	27	Lt/m ²	0,84	žm.val
Hidroizoliacija	Prilydoma danga 2 sluoksniai	60	Lt/m ²	2,68	žm.val
Apkrovą perimantis sl.	Armuotas betonas 5cm	55	Lt/m ²	1,91	žm.val
Danga	Keraminės plytelės	105	Lt/m ²	4,20	žm.val
Iš viso:		307,1	Lt/m ²	12,43	žm.val

Tokios terasos ardymo darbai kainuoja 188 Lt/m². Medžiagų, darbo ir mechanizmų kaina yra apskaičiuota SES 2004 programa. Išardyti tokios terasos 1m² reikia 14,37 valandos (3.2 lentelė). Darbo valandų skaičiavimai atliekami naudojantis Lietuvos statistikos departamento pateikiamu vidutiniu darbo užmokesčiu statybos sektoriuje, kuris yra 13.08 Lt/h (2013 4 ketvirtis).

3.2 lentelė. Terasos ardymo darbų kaina ir darbo valandos

Stogo vieta	Darbai	Kaina	Mato vnt.	Žmonių darbo valandos	Mato vnt.
Pagrindas	išlyginamojo sluoksnio ardymas	25	Lt/m ²	1,91	žm.val
Kiti sluoksniai	Polietileninė plėvelė	3	Lt/m ²	0,23	žm.val
	Geotekstilė	6	Lt/m ²	0,46	žm.val
Šilumos izoliacija	EPS putplastis	15	Lt/m ²	1,15	žm.val
Hidroizoliacija	Prilydoma danga 2 sluoksniai	34	Lt/m ²	2,60	žm.val
Apkrovą perimantis sl.	Armuotas betonas 5cm	45	Lt/m ²	3,44	žm.val
Danga	Keraminės plytelės	60	Lt/m ²	4,59	žm.val
Iš viso:		188	Lt/m ²	14,37	žm.val

Teisingo projektinio terasos sprendinio kaina yra 316.4 Lt/m² (3.3 lentelė). Medžiagų, darbo ir mechanizmų kaina yra apskaičiuota SES 2004 programa. Įrengti tokios terasos 1m² reikia 12,57 valandos. Darbo valandų skaičiavimai atliekami naudojantis Lietuvos statistikos

departamento pateikiamu vidutiniu darbo užmokesčiu statybos sektoriuje, kuris yra 13.08 Lt/h (2013 4 ketvirtis).

Terasoje įrengiamas nuolydžio sluoksnis, garo izoliacija, 20cm EPS putplasčio sluoksnis, išlyginamasis sluoksnis, 2 sluoksniai prilydomos hidroizoliacijos, geokompozitinis drenažas, 5cm armuotas betono sluoksnis, keraminės plytelės.

3.3 lentelė. Terasos įrengimo kaina ir darbo valandos

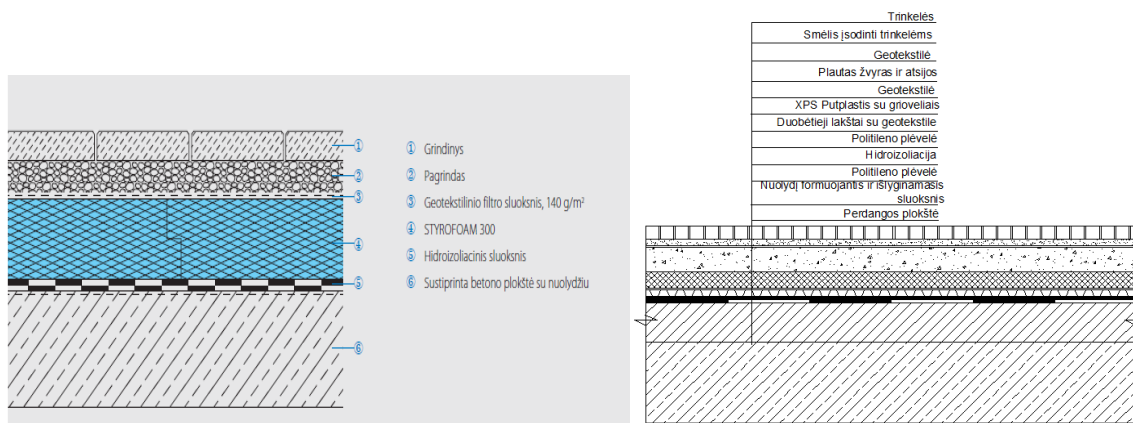
Stogo vieta	Darbai	Kaina	Mato vnt.	Žmonių darbo valandos	Mato vnt.
pagrindas	nuolydžio formavimo sluoksnio įrengimas	19	Lt/m ²	0,99	žm.val
	išlyginamojo sluoksnio įrengimas	25	Lt/m ²	1,15	žm.val
	garo izoliacija	3,7	Lt/m ²	0,17	žm.val
Kiti sluoksniai	Polietileninė plėvelė	3,7	Lt/m ²	0,17	žm.val
Šilumos izoliacija	EPS putplastis	27	Lt/m ²	0,84	žm.val
Hidroizoliacija	Prilydoma danga 2 sluoksniai	60	Lt/m ²	2,68	žm.val
Apkrovą perimantis sl.	Armuotas betonas 5cm	55	Lt/m ²	1,91	žm.val
Drenažas	Geokompozitinis drenažas (Enkadrain ir pan.)	18	Lt/m ²	0,46	žm.val
Danga	Keraminės plytelės	105	Lt/m ²	4,20	žm.val
Iš viso:		316,4	Lt/m ²	12,57	žm.val

Atlikus skaičiavimus matome, kad teisingo terasos projektinio sprendinio įrengimas kainuoja tik 9.3 Lt/m² daugiau nei klaidingas sprendinys, o ardymo darbai kainuoja papildomai 188 Lt/m².

Praėjimas virš statinių

3.2 paveiksle kairėje pavaizduotas blogas atvirkštinio praėjimo virš statinio projektinis sprendinys. Pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Virš hidroizoliacinio sluoksnio nėra numatomas drenažinis sluoksnis, kuris būtinas, pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. Toks eksploatuojamas stogas negali būti įrengiamas.

3.2 paveiksle dešinėje parodomas šio stogo teisingas sprendinys. Šiame mazge virš hidroizoliacinio sluoksnio atsiranda duobėtieji lakštai su geotekstile, kurie išsprendžia vandens drenavimo problemą.



3.2 pav. Praėjimų virš statinių sprendiniai: kairėje – blogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014), dešinėje – geras

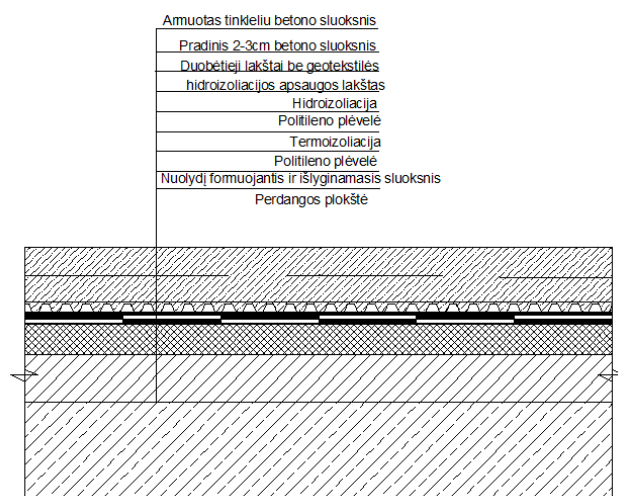
Klaidingo projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo ir išlyginamasis sluoksniai, sintetinė hidroizoliacija, 20cm XPS putplasčio, geotekstilė, 10 cm plauto žvyro ir smėlio, trinkelės. Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 267.9 Lt/m². Įrengti 1m² stogo reikia 8.29 valandos. Tokio praėjimo virš statinių ardymo darbai kainuoja 123 Lt/m². Išardyti 1m² reikia 9.4 valandos.

Teisingo projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo ir išlyginamasis sluoksniai, garo izoliacija, sintetinė hidroizoliacija, polietileninė plėvelė, 20 cm XPS putplasčio, duobėtieji lakštai su geotekstile, 10 cm plauto žvyro sluoksnis, geotekstilė, 5 cm smėlio sluoksnis, trinkelės. Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 302.6 Lt/m². Įrengti tokio stogo 1 m² reikia 12.20 valandos.

Automobilių aikštelė (parkingas)

3.3 paveiksle pavaizduotas teisingas stovėjimo aikštelės sprendinys. Įrengiant tokio tipo stogus dažnai daromos klaidos dėl technologijos nežinojimo ir blogo medžiagų panaudojimo. Įrengiant betoninę dangą drenažui naudojami duobėtieji lakštai be geotekstilės. Šie lakštai klojami nukreipus medžiagos kaušelius į apačią. Įrengiant šiuos stogus Lietuvoje, dažnai lakštai montuojami nukreipus kaušelius į viršų, dėl šios priežasties neužtikrinamas drenažas. Taip pat naudojant duobėtuosius lakštus be geotekstilės būtina įrengti hidroizoliacijos apsauginį sluoksnį.

Neįrengus šio sluoksnio, duobėtieji lakštai praspaudžia hidroizoliaciją. Tai dažniausiai pasitaikančios klaidos Lietuvoje, įrengiant automobilių aikštelę.



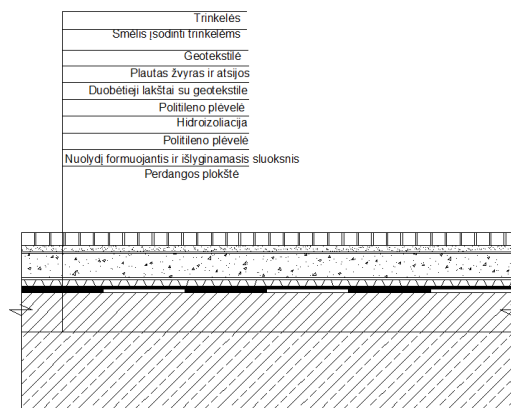
3.3 pav. Stovėjimo aikštelės projektinis sprendinys

Projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo ir išlyginamasis sluoksniai, garo izoliacija, 20cm XPS putplasčio, polietileno plėvelė, 2 sluoksniai prilydomos hidroizoliacijos, hidroizoliacijos apsauga, duobėtieji lakštai be geotekstilės, 10 cm betono sluoksnis. Šio eksploatuojamo stogo kaina neteisingai pasirenkant duobėtuosius lakštus (įrengiami lakštai su geotekstile) yra 276.4 Lt/m². Įrengti 1m² stogo reikia 10.35 valandos. Tokios automobilių aikštelės ardymo darbai kainuoja 177 Lt/m². Išardyti 1m² reikia 13.53 valandos.

Jei būtų žinoma duobėtųjų lakštų įrengimo technologija, šio stogo kaina būtų 274.4 Lt/m². Įrengti 1m² automobilių aikštelės reikia 10.35 valandos.

Pravažiavimai virš statinių

3.4 paveiksle pavaizduotas teisingas pravažiavimo virš statinių sprendinys. Įrengiant tokio tipo stogus dažnai daromos klaidos dėl technologijos nežinojimo ir blogo medžiagų panaudojimo. Įrengiant trinkeles su biriu pagrindu drenažui naudojami duobėtieji lakštai su geotekstile. Šie lakštai klojami nukreipus geotekstilę į viršų. Įrengiant šiuos stogus Lietuvoje, dažnai lakštai montuojami nukreipus geotekstilę į apačią, dėl šios priežasties neužtikrinamas drenažas. Pasitaiko atvejų, kada naudojami lakštai be geotekstilės, kurie šiam projektiniam sprendiniui netinka.



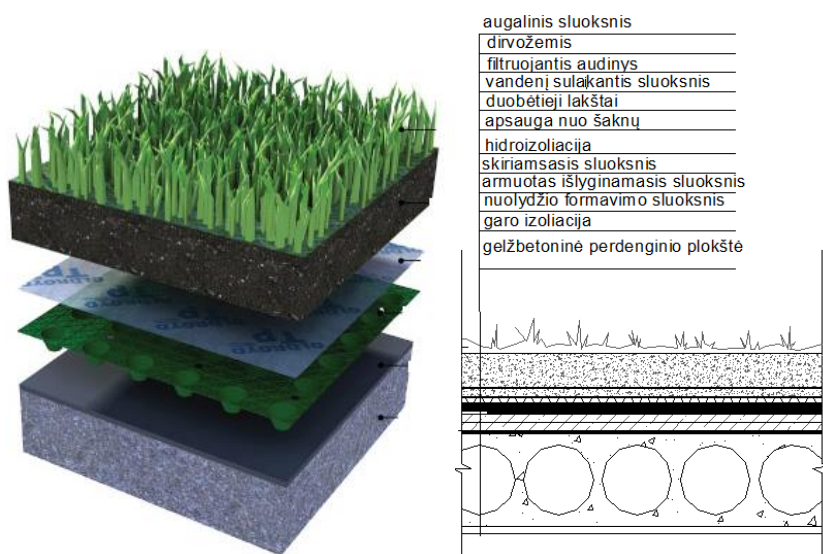
3.4 pav. Pravažiavimo virš statinių projektinis sprendinys

Projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo ir išlyginamasis sluoksniai, garo izoliacija, sintetinė hidroizoliacijos, duobėtieji lakštai su geotekstiliu, 10 cm plauto žvyro sluoksnis, 5 cm smėlio sluoksnis, trinkelės. Šio eksploatuojamo stogo kaina neteisingai pasirenkant duobėtuosius lakštus (lakštai apverčiami) yra 256.9 Lt/m^2 . Įrengti 1 m^2 stogo reikia 11.12 valandos. Tokios automobilių aikštelės ardymo darbai kainuoja 172 Lt/m^2 . Išardyti 1 m^2 reikia 13.15 valandos.

Jei duobėtieji lakštai būtų įrengti teisingai, stogo kaina nebūtų pasikeitusi, taip pat nesikeistų ir įrengimo laikas. Dėl šios priežasties būtina žinoti medžiagų įrengimo technologiją.

Rudieji stogai

Rudųjų stogų Lietuvoje įrengta nėra, tačiau ateityje šie stogai bus įrengiami ir mūsų šalyje. 3.5 paveikslo kairėje matome projektuotojų pateikiamą rudojo stogo mazgą. Mazge yra viena esminė klaida – neįrengiamas apsauginis sluoksnis nuo šaknų. Augaliniam sluoksniui augant, vystosi ir augalų šaknys, kurios laikui bėgant gali pažeisti hidroizoliaciją ir stogo konstrukciją. Dėl šios priežasties būtina įrengti apsauginį sluoksnį nuo šaknų. 3.5 paveiksle dešinėje matome teisingai suprojektuotą rudąjį stogą. Šiame stoge virš hidroizoliacijos yra įrengiamas apsauginis sluoksnis



Kairėje. Iš viršaus: augalai, dirvožemio sluoksnis, geotekstilė, drenažas, hidroizoliacija, pagrindas.

3.5 pav. Rudojo stogo sprendiniai: kairėje – blogas (Styrofoam eksploatuojami stogai 2014), dešinėje – geras

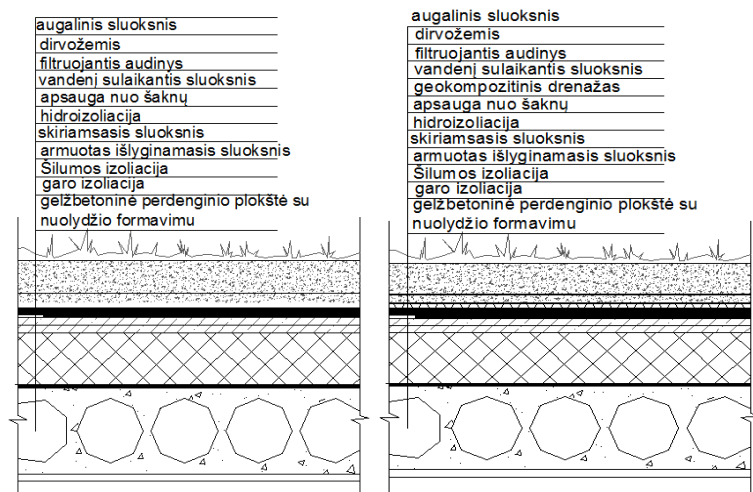
Klaidingo projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo ir išlyginamasis sluoksniai, garo izoliacija, sintetinė hidroizoliacija, duobėtieji lakštai, vandenį sulaikantis sluoksnis, geotekstilė, 20cm dirvožemis, augalinis sluoksnis. Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 150.1 Lt/m². Įrengti 1m² stogo reikia 7.86 valandos. Rudojo stogo ardymo darbai kainuoja 179 Lt/m². Išardyti 1m² reikia 13.69 valandos.

Teisingo projektinio sprendiniui trūksta tik apsaugos nuo šaknų sluoksnio, kuri įrengiamas virš hidroizoliacinio sluoksnio. Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 156.3 Lt/m². 1m² stogo įrengimui reikia 8.03 valandos.

Žalieji intensyvūs stogai ir žalieji ekstensyvūs stogai

3.6 paveiksle kairėje pavaizduotas blogas žaliojo stogo projektinis sprendinys. Pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. 42.3, po grindimis turi būti įrengtas vandenį drenuojantis sluoksnis arba oro tarpas, o tarp grindų ir hidroizoliacinio sluoksnio turi būti įrengtas skiriamasis pasluoksnis, kad apsaugotų hidroizoliacinę dangą nuo pažeidimų ir (arba) sukibimo su grindų danga. Virš hidroizoliacinio sluoksnio nėra numatomas drenažinis sluoksnis, kuris būtinas, pagal STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos stogai reikalavimus. Toks eksploatuojamas stogas negali būti įrengiamas.

3.6 paveiksle dešinėje parodomas šio stogo teisingas sprendinys. Šiame mazge virš hidroizoliacinio sluoksnio atsiranda geokompozitinis drenažas, kurie išsprendžia vandens drenavimo problemą.



3.6 pav. Žaliojo stogo sprendiniai: kairėje – blogas, dešinėje – geras

Klaidingo projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo sluoksnis, garo izoliacija, 20cm EPS putplastis, išlyginamasis sluoksnis, polietileno plėvelė, sintetinė hidroizoliacija, apsauga nuo šaknų, vandenį sulaikantis sluoksnis, geotekstilė, 100cm dirvožemis, augalinis sluoksnis (krūmai). Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 270.29 Lt/m². Įrengti 1m² stogo reikia 11.87 valandos. Žaliojo stogo ardymo darbai kainuoja 215 Lt/m². Išardyti 1m² reikia 16.44 valandos.

Teisingo projektinio sprendinio sluoksniai: nuolydžio formavimo sluoksnis, garo izoliacija, 20cm EPS putplastis, išlyginamasis sluoksnis, polietileno plėvelė, sintetinė hidroizoliacija, apsauga nuo šaknų, geokompozitinis drenažas, vandenį sulaikantis sluoksnis, geotekstilė, 100cm dirvožemis, augalinis sluoksnis (krūmai). Šio eksploatuojamo stogo kaina yra 288.29 Lt/m². 1m² stogo įrengimui reikia 12.33 valandos.

Atlikti skaičiavimai parodo, kad projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus padarytos klaidos padidina stogo kainą net keliais kartais (3.4 lentelė). Taip pat keliais kartais išauga laiko sąnaudos (3.5 lentelė).

3.7 paveiksle pateikiamas eksploatuojamų stogų pabrangimo grafikas dėl daromų klaidų. Pagal grafiką matome, kad dėl daromų klaidų mažiausiai pabrangsta praėjimas virš statinių –

2.26 karto, daugiausiai pabrangsta rudasis stogas – 3.11 karto. 3.8 paveiksle pateikiamas laiko sąnaudų išaugimo grafikas dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.

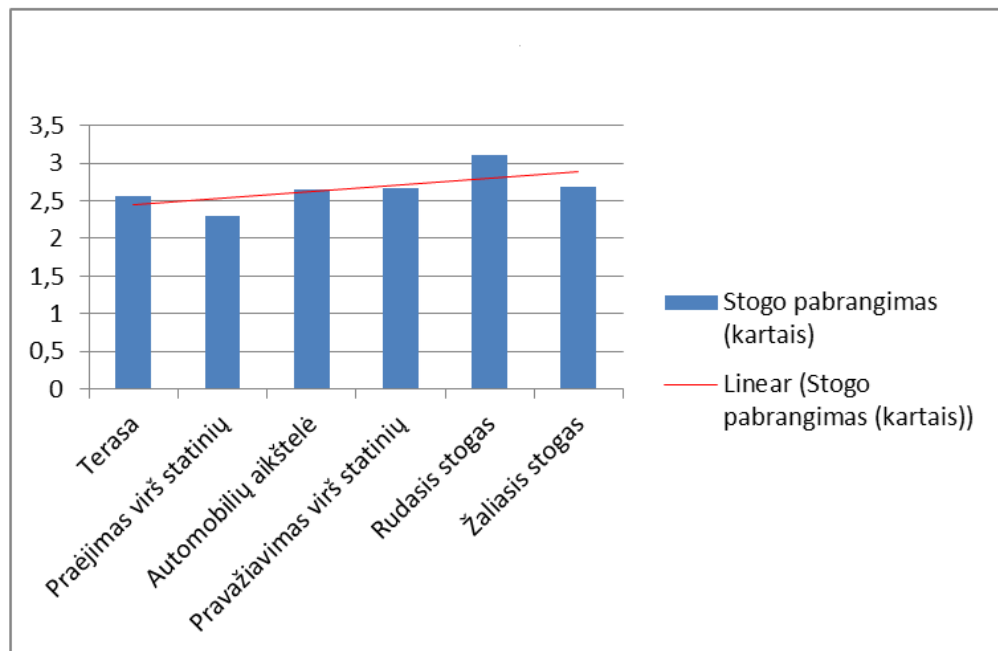
Pagal grafiką matome, kad mažiausiai laiko sąnaudos padidėja praėjimams virš statinių – 2.45 karto, daugiausiai laiko sąnaudos padidėja rudiesiems stogams – 3.68 karto.

3.4 lentelė. Kainos padidėjimas dėl daromų klaidų

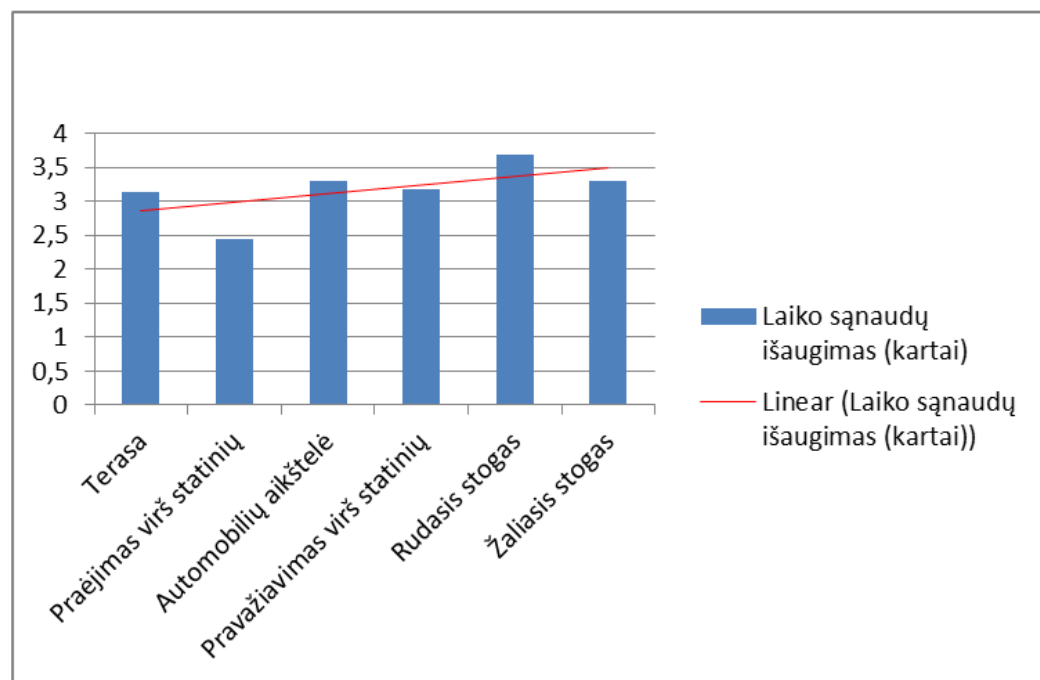
	Neteisingo sprendinio kaina (Lt/m ²)	Ardymo darbai (Lt/m ²)	Teisingo sprendinio kaina (Lt/m ²)	Kaina iš naujo įrengiant stogą	Padarytos klaidos kaina (LT)	Stogo pabrangimas (karta)
Terasa	307.1	188	316.4	811.5	495.1	2.56
Praėjimas virš statinių	267.9	123	302.6	693.5	390.9	2.29
Automobilių aikštelė	276.4	177	274.4	727.8	453.4	2.65
Pravažiavimas virš statinių	256.9	172	256.9	685.8	428.9	2.67
Rudasis stogas	150.1	179	156.3	485.4	329.1	3.11
Žaliasis stogas	270.29	215	288.29	773.58	485.29	2.68

3.5 lentelė. Laiko sąnaudų padidėjimas dėl daromų klaidų

	Neteisingo sprendinio darbo sąnaudos (Žm/val.)	Ardymo darbų darbo sąnaudos (Žm/val.)	Teisingo sprendinio darbo sąnaudos (Žm/val.)	Darbo sąnaudos iš naujo įrengiant stogą (Žm/val.)	Papildomos darbo sąnaudos dėl klaidos (Žm/val.)	Laiko sąnaudų išaugimas (karta)
Terasa	12.43	14.37	12.57	39.37	26.8	3.13
Praėjimas virš statinių	8.29	9.4	12.2	29.89	17.69	2.45
Automobilių aikštelė	10.35	13.53	10.35	34.23	23.88	3.31
Pravažiavimas virš statinių	11.12	13.15	11.12	35.39	24.27	3.18
Rudasis stogas	7.86	13.69	8.03	29.58	21.55	3.68
Žaliasis stogas	11.87	16.44	12.33	40.64	28.31	3.30



3.7 pav. Eksploatuojamų stogų pabrangimas kartais dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus



3.8 pav. Laiko sąnaudų išaugimas kartais dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus

Apskaičiuojant remonto išlaidas ir darbo sąnaudas, neįvertinamos eksploatavimo išlaidos: pažeista lubų ir sienų apdaila, susilpnėjusios konstrukcijos, pažeista šilumos izoliacija ir kt.

3.2. Sprendimų priėmimo medis eksploatuojamiems stogams

Eksploatuojamų stogų duomenų bazės kūrimui taikysime sprendimo priėmimo medį, taip pat matricines pasirinkimo lenteles. Kadangi eksploatuojamų stogų duomenų bazėje yra didelis informacijos kiekis, svarbu tinkamai pateikti ir valdyti informaciją.

Sprendimų priėmimo medis, kaip juodosios dėžės testavimo technika, buvo naudojamas Grochtmanno ir Grimmo (Grochtmann, Grimm 1993, 1995). Šio metodo esmė – sudaryti visas galimas klasifikacijas ir galimų variantų rinkinius. Šis metodas apima šiuos žingsnius:

- Nustatyti visas galimas klasifikacijas.
- Suformuoti nustatytų klasifikacijų junginius.
- Suformuoti medį ir visus galimus ryšius ir variantus.

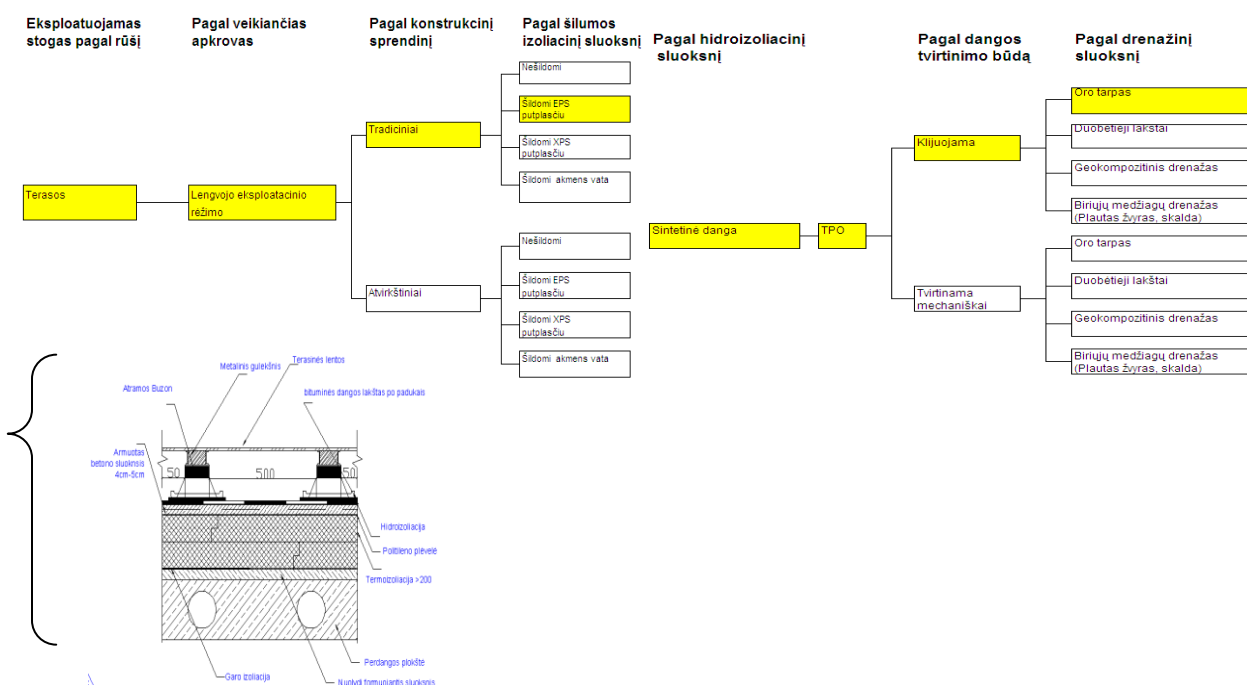
Vienas pirmų šio klasifikacijos medžio panaudojimų buvo armijoje (Rotmans *et al.* 2000). Naudojant šį medį buvo stengiamasi numatyti priešininkų strategijas ir galimus veiksmus. Suformuoti galimi variantai buvo naudojami ateities kovose. Dabar metodas plačiai taikomas įvairiose srityse, taip pat ir statyboje. Vienas iš tokių pritaikymų – pastato energiniam naudingumui nustatyti (Zhun 2010). Čia medis naudojamas galimoms temperatūroms ir patalpų būklėms klasifikuoti, sudarant galimus variantus. Šį metodą taip pat galima pritaikyti ir eksploatuojamiems stogams.

Kaip jau nagrinėjome anksčiau, eksploatuojami stogai gali būti klasifikuojami pagal įvairius požymius. Galima išskirti eksploatuojamų stogų klasifikaciją pagal rūšį, konstrukcinį sprendinį, šilumos izoliacinį sluoksnį, hidroizoliacinį sluoksnį, hidroizoliacinės dangos tvirtinimo būdą, pagal veikiančias apkrovas, drenažinį sluoksnį. Pagal sprendimų priėmimo medžio principą reikia nustatyti visas galimas eksploatuojamų stogų klasifikacijas. Kitas žingsnis suformuoti visus galimus klasifikacijų junginius. Taip suformuojamas medis su visomis racionaliai galimomis klasifikacijomis, jų ryšiais ir junginiais. Medis, parodo kaip renkant iš visų eksploatuojamo stogo rūšių sukomplektuojamas visas stogas. Taigi projektuotojas ar užsakovas pereidamas visas pasirinkimo pakopas paskutiniame žingsnyje gauna galutinį eksploatuojamo stogo variantą. Eksploatuojamo stogo parinkimas vykdomas nuo eksploatuojamo stogo rūšies (3.9 pav.), kur yra pagrindinis pasirinkimas. Vėliau renkamasi pagal veikiančias apkrovas ir konstrukcinį sprendinį. Parinkus šiuos kriterijus prieinama prie šilumos izoliacinio sluoksnio pasirinkimo. Mūsų atveju pasirenkame EPS putplastį. Tolesnis pasirinkimo kriterijus

hidroizoliacinė danga, kuri gali būti sintetinė ir prilydoma. Pasirinkus dangą, pasirenkamas dangos tvirtinimo būdas. Vėliau parenkamas drenažas ir viršutinė stogo danga.

Atlikus visus veiksmus ir sukomplektavus eksploatuojamą stogą pateikiamas ir eksploatuojamo stogo mazgas. Kiekvienas atskiras variantas turi skirtingus mazgus ir skirtingas įrengimo rekomendacijas, kartu su dažniausiai daromų klaidų aprašymu ir patarimais kaip jų išvengti. Tokios klasifikavimo sistemos sujungtos su duomenų baze taikymas ne tik padeda išvengti klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus, bet ir suformuoja galimus eksploatuojamų stogų įrengimo variantus su aktualia informacija bei konkrečiais sprendiniais.

Kuriant duomenų bazę naudoti vien tik sprendimo priėmimo medį yra nepatogu dėl per didelio galimų variantų skaičiaus. Turint daug pasirinkimo variantų sprendimų priėmimo medis išsišakoja ir tampa nepatogu pasirinkti galimus variantus. Dėl šios priežasties naudojamos ir matricinės struktūros lentelės sprendimui priimti.



3.9 pav. Terasos varianto pasirinkimas naudojant sprendimų priėmimo medį

Matricinė struktūra

Galimus klasifikacinius junginius galima nustatyti ne tik naudojant sprendimų priėmimo medį. Tai galima padaryti ir sudarant lentelę, kurioje gaunami galimi dviejų klasifikacinių kriterijų junginiai (3.10 pav.). Horizontalia kryptimi išdėstomi pasirinkimo pagal pirmą kriterijų

variantai, vertikalia kryptimi išdėstomi pasirinkimo pagal antrą kriterijų variantai. Galimi abiejų kriterijų junginiai žymimi vienetu, negalimi junginiai žymimi nuliu. Jei mūsų norimas pasirinkimas yra įmanomas, spaudžiame abiejų variantų sankirtoje esantį skaičių 1. Paspaudus ant skaičiaus pasirinkimą tęsime kitoje lentelėje pagal naujus siūlomus kriterijus.

		Pasirinkimas pagal pirmą kriterijų			
		1.1 variantas	1.2 variantas	1.3 variantas	1.4 variantas
Pasirinkimas pagal antrą kriterijų	2.1 variantas	1	1	0	1
	2.2 variantas	1	0	1	1
	2.3 variantas	1	0	0	1
	2.4 variantas	0	0	1	1

3.10 pav. Matricinės struktūros duomenų bazei pavyzdys

Duomenų valdymas

Didelius informacijos kiekius yra sunku suvaldyti. Informacija turi būti kaupiama, sisteminama. Su šia vadinamąja „Big Data“ problema susiduriama vis dažniau. Todėl visada reikia rasti tinkamą sprendimą kaip apdoroti ir susisteminti turimą informaciją.

Apie „Big data“ valdymą savo straipsnyje kalba ir O. Kwonas ir kiti (Kwon et. al 2014). Daugelis įmonių visame pasaulyje vis dar susiduria su informacijos valdymo ir apdorojimo problemomis, dėl patirties su duomenų valdymu ir sisteminimu stokos.

Labai svarbu tinkama duomenų vizualizacija (Chiu , Russell 2011). Tinkamai pateikiami duomenys padeda projekto dalyviams sutaupyti laiko, tinkamai valdyti projektavimo procesą. Surinkti ir susisteminti duomenys, kartu su brėžiniais ir rekomendacijomis palengvina projektuotojų darbą ir svarbiausia padeda išvengti anksčiau darytų klaidų.

3.3 Eksploatuojamų stogų duomenų bazės kūrimas

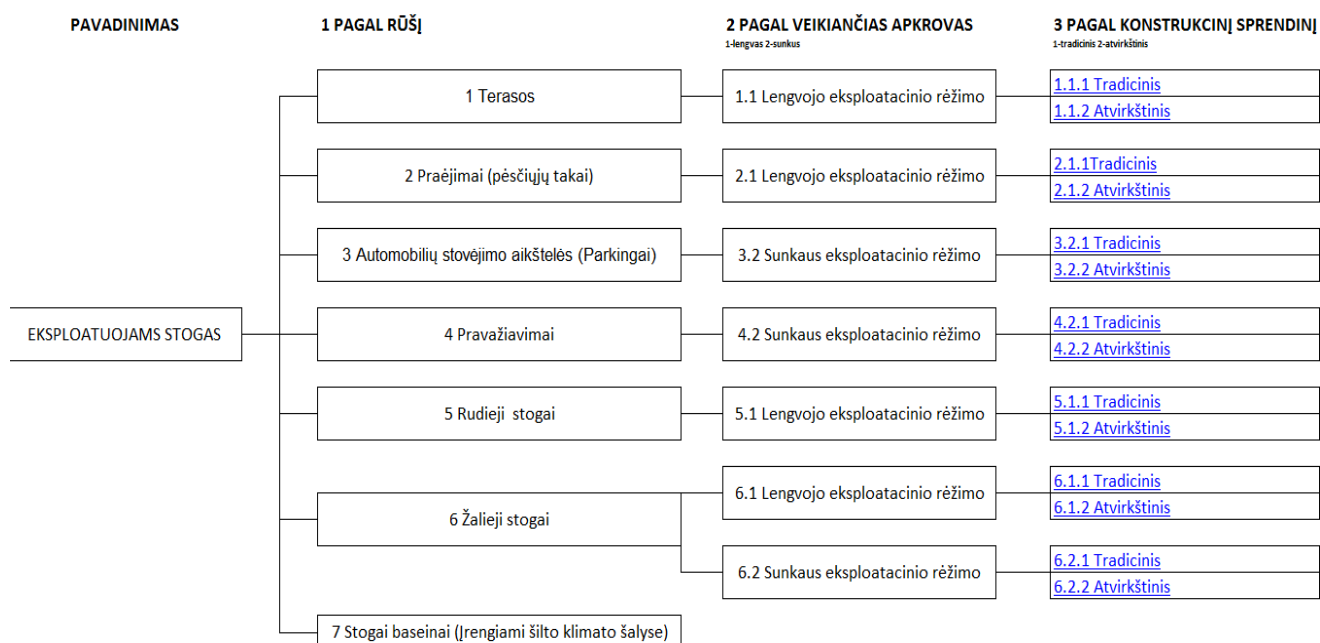
Atliktų apklausų rezultatai rodo, kad Lietuvoje nepakanka informacijos apie eksploatuojamus stogus. Dėl šios priežasties atsiranda klaidų projektuojant ir įrengiant

eksploatuojamus stogus. Norint išvengti klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus reikia sukurti įrankį, kuriuo galima išvengti klaidų arba sumažinti jų tikimybę.

Pirmame skyriuje buvo rašyta, kad eksploatuojamus stogus galima klasifikuoti pagal įvairius parametrus. Eksploatuojami stogai gali būti klasifikuojami pagal jų rūšį, eksploatacinį režimą, veikiančias apkrovas, konstrukcinį sprendinį, šilumos izoliacinį sluoksnį, drenuojantį sluoksnį, hidroizoliacinį sluoksnį. Siekiant išvengti klaidų reikia visus klasifikacinius variantus sujungti taip, kad renkantis paėiliui būtų galima gauti sukomplektuotą eksploatuojamą stogą kartu su mazgais, dažniausiai daromomis klaidomis ir įrengimo rekomendacijomis.

Duomenų bazė sudaroma Microsoft Excel programine įranga. Pirma, pagal sprendimų priėmimo medžio įgyvendinimo principą reikia nustatyti visas galimas eksploatuojamų stogų klasifikacijas. Sekantis žingsnis suformuoti visus galimus klasifikacijų junginius. Taip suformuojamas medis su visomis racionaliai galimomis klasifikacijomis, jų ryšiais ir junginiais. Sprendimo priėmimo medį naudojame klasifikuodami eksploatuojamus stogus pagal rūšį, veikiančias apkrovas ir konstrukcinį sprendinį (3.11 pav.).

Tarkime, kad norime gauti informaciją apie pravažiavimus virš statinių (Nr.4). Nuvedę rodyklę prie pravažiavimų, matome, kad tai yra sunkaus eksploatacinio režimo stogas, kuris pagal konstrukcinį sprendinį gali būti tradicinis arba atvirkštinis. Čia reikia pasirinkti norimą variantą ir ant jo paspausti kairiu pelės mygtuku. Programa mus perkelia į kitą pasirinkimo lentelę.



3.11 pav. Sprendimo priėmimo medžio taikymas duomenų bazėje

Kadangi naudoti vien tik sprendimų priėmimo medį nepatogu dėl per didelio ryšių skaičiaus, toliau naudosime matricinės struktūros lenteles. Tarkime pasirinkome tradicinį sunkaus eksploatacinio režimo pravažiavimą. Programoje atsiranda nauja lentelė, kur reikia rinktis šilumos izoliacinį sluoksnį ir hidroizoliacinę dangą (3.12 pav.). Naudojant matricinę struktūrą pasirinkimas pagal šilumos izoliacinį sluoksnį išdėstomas horizontaliai. Čia stogas gali būti nešildomas, šildomas EPS arba XPS putplasčiu ir mineraline vata. Pasirinkimas pagal hidroizoliacinę dangą išdėstomas vertikaliai. Eksploatuojamas stogas gali būti su prilydoma arba sintetinė danga. Šiuo atveju norimas pasirinkimas yra abiejų stulpelių sankirta. Jei stulpelių sankirtoje yra skaičius 1, toks pasirinkimas yra galimas, jei skaičius yra 0, tada pasirinkimo būti negali. Tarkime pasirinkome pravažiavimą, kuris šildomas ekstrudiniu putplačiu ir turi sintetinę hidroizoliacinę dangą. Matome, kad šis pasirinkimas yra galimas, nes skaičius yra 1 (negali būti šildomi EPS ir mineraline vata dėl per didelių apkrovų, kurių neatlaiko šiltinimo medžiagos). Norėdami rinktis toliau spaudžiame ant skaičiaus 1, norėdami grįžti atgal spaudžiame mygtuką <grįžti atgal>.

	A	B	C	D	E	F
1		4. PAGAL ŠILUMOS IZOLIACINĮ SLUOKSNĮ (1-galima kombinacija, 2-negalima kombinacija)				
2	5. PAGAL HIDROIZOLIACINĘ DANGĄ (1-galima kombinacija, 2-negalima kombinacija)		NEŠILDOMI	ŠILDOMI EPS PUTPLASČIU	ŠILDOMI XPS PUTPLASČIU	ŠILDOMI VATA
3		Prilydoma danga	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
4		Sintetinė danga	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
5		Grįžti atgal				

3.12 pav. Duomenų bazės matricinė struktūra

Kitoje pasirinkimo lentelėje taip pat naudosime matricinės struktūros lentelę (3.13 pav.). Čia vertikalčiai išdėstomi pasirinktos dangos rūšys ir jos tvirtinimo būdai. Matome, kad sintetinė danga gali būti EPDM, PVC, TPO. Šios dangos gali būti klijuojamos arba tvirtinamos mechaniškai. Horizontaliai išdėstomi eksploatuojamo stogo drenažo sprendiniai. Drenažas gali būti birių medžiagų (pasenęs variantas), oro tarpas, duobėtieji lakštai, geokompozitinis drenažas. Kaip ir prieš tai buvusioje lentelėje – jei stulpelių sankirtoje yra skaičius 1, toks pasirinkimas yra galimas, jei skaičius yra 0, tada pasirinkimo būti negali. Pasirinkę drenažą ir hidroizoliacinės dangos tvirtinimo būdą turime sukomplektuotą eksploatuojamą stogą. Mūsų pasirinkimo atveju

turėsime sunkaus eksploatacinio režimo, tradicinį, šildomą XPS putplasčiu pravažiuojimą su EPDM sintetinė klijuojama danga ir duobėtųjų lakštų drenuojančiu sluoksniu.

	A	B	C	D	E	F
1		EKSPLOATUOJAMAS STOGAS PAGAL DRENUOJANTĮ SLUOKSNĮ (1-GALIMA KOMBINACIJA, 0-NEGALIMA KOMBINACIJA)				
2			Birių medžiagų drenažas	Oro tarpas kaip drenažas	Duobėtieji lakštai	Geokompozitinis drenažas
3		Sintetinė danga EPDM tvirtinama mechaniškai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
4	EKSPLOATUOJAMI STOGAI PAGAL DANGOS TVIRTINIMO BŪDĄ (1-GALIMA KOMBINACIJA, 0-NEGALIMA KOMBINACIJA)	Sintetinė danga EPDM klijuojama	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
5		Sintetinė danga PVC tvirtinama mechaniškai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
6		Sintetinė danga PVC klijuojama	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
7		Sintetinė danga TPO tvirtinama mechaniškai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
8		Sintetinė danga TPO klijuojama	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai	1-Mazgai
9		grįžti atgal				

3.13 pav. Matricinė struktūra hidroizoliacinei dangai ir drenažui pasirinkti

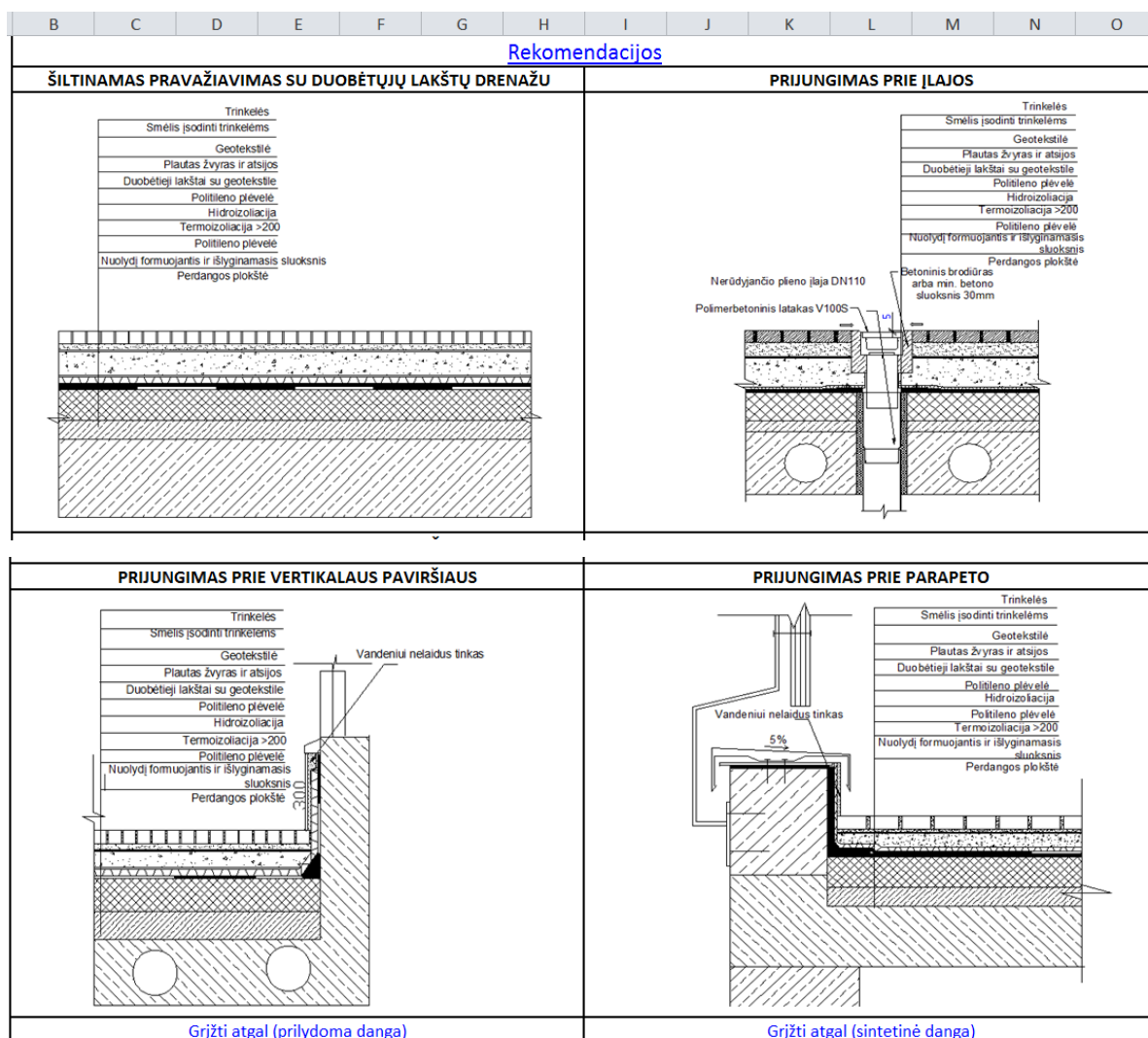
Norėdami grįžti spaudžiame mygtuką <grįžti atgal>. Paspaudus lentelės nuorodą <1-Mazgas> programa pateikia mums šio eksploatuojamo stogo mazgus (3.14 pav.).

Pateikiamas pats eksploatuojamas stogas, taip pat eksploatuojamo stogo prijungimas prie įlajos, prijungimas prie vertikalių paviršių ir prijungimas prie parapeto. Eksploatuojamo stogo mazguose nurodomi visi skiriamieji sluoksniai, kurie nebuvo minimi klasifikacijose. Jie reikalingi atskirti dvi skirtingos struktūros medžiagas vieną nuo kitos. Šiais sluoksniais gali būti geotekstilė arba polietileno plėvelė.

Turint eksploatuojamo stogo mazgus galima išvengti klaidų projektavimo stadijoje, taip pat tinkamai panaudoti eksploatuojamam stogui reikalingas medžiagas ir jų įrengimo technologiją. Ypač svarbu tinkamai padaryti eksploatuojamo stogo prijungimus prie vertikalaus paviršiaus. Čia hidroizoliacinė danga karu su drenažiniais lakštais turi būti iškelta virš stogo paviršiaus bent 30 cm pagal „STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos. Stogai” reikalavimus, o tai įrengiant eksploatuojamus stogus dažnai pamirštama padaryti. Taip pat rekomenduojama, kad sienoje būtų paliekamas iškirtimas dangai užleisti. Užleidimus geriausia užtinkuoti vandeniui nelaidžiu tinku, kad mazgas būtų sandarus.

Ta pati situacija ir su prijungimais prie parapetų. Čia reikia dangą užleisti iki pat parapeto viršaus, kad skarda paslėptų mechaninius tvirtinimus. Taip pat reikia įrengti turėklo įtvirtinimą

kitoj pusėj sienos, kad tvirtinimas nekirstų hidroizoliacijos. Įlaja parenkama priklausomai nuo stogo rūšies, tačiau ji visada turi rinkti vandenį keliais lygmenimis, o ne tik nuo stogo paviršiaus. Jei įlaja parenkama netinkama, vandens perteklius kaupiasi stogo konstrukcijoje ir ilgainiui ją pažeidžia. Norėdami grįžti spaudžiame mygtuką <grįžti atgal>.



3.14 pav. Eksploatuojamo stogo mazgai

Turint pasirinkto stogo mazgus belieka spausti mygtuką <rekomendacijos> ir sužinoti pagrindines rekomendacijas šio tipo stogams. Taip pat pateikiamas ir dažniausiai daromų klaidų sąrašas siekiant jų išvengti (3.1 lentelė ir 3.2 lentelė). Norėdami grįžti spaudžiame <grįžti atgal>.

3.1 lentelė. Daromos klaidos įrengiant ir projektuojant eksploatuojamus stogus – pravažiavimus

SLUOKSNIS	DAROMOS KLIDOS
Nuolydžio formavimo sluoksnis	Parenkamas per mažas nuolydis, nuolydis į netinkamą pusę. Pasitaiko atvejų, kuomet nuolydžio net nebūna.
Šilumos izoliacinis sluoksnis	Nesilaikoma STR 2.05.02:2008 reikalavimų. Naudojamos medžiagos neatitinkančios skaičiavimų. Blogas gaminių tarpusavio jungimas.
Skiriamieji sluoksniai	Įrengiami netinkami arba visai neįrengiami skiriamieji sluoksniai.
Hidroizoliacija	
1) Prilydoma danga	Dažnas siūlių pralaidumas dėl perkaitintos arba per mažai kaitintos dangos.
2) Sintetinė danga	Dangos pažeidimas montuojant.
Duobėtųjų lakštų drenuojantis sluoksnis	Esminė klaida parenkami lakštai be geotekstilės. Lakštai su geotekstile montuojami juos nukreipiant į apačią.
Įlajos	Naudojamos netinkamos įlajos arba prijungimo mazgai.
Parapetai ir vertikalūs paviršiai	1) Netinkamai parenkami parapetų mazgai, kurie pradeda praleisti vandenį. 2) Netinkamas vertikalų konstrukcijų prijungimas.

3.2 lentelė. Rekomendacijos įrengiant ir projektuojant eksploatuojamus stogus – pravažiuojamus

SLUOKSNIS	REKOMENDACIJOS
Nuolydžio formavimo sluoksnis	Pagal STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ keliamus reikalavimus minimalus eksploatuojamo stogo nuolydis naudojant specialias medžiagas gali būti 1.3-2.5%. Minimalus nuolydis naudojant įprastas medžiagas yra 2.5%, tačiau naudojant kelis sluoksnius prilydomos dangos tokio nuolydžio nepakanka, rekomenduojama nuolydį pasirinkti bent 3.5%.
Šilumos izoliacinis sluoksnis	Apšiltinimo medžiaga turi būti paremta skaičiavimais. Pravažiuojamuose gali būti naudojamas tik ekstrudinis putplastis. XPS putplastis atlaiko dideles apkrovas ir yra atsparus vandeniui. Šių gaminių sujungimai vieni kitų atžvilgiu turi būti perslinkti. Jei klojami keli šilumą izoliuojančių gaminių sluoksniai, jų sujungimai gretimų sluoksnių atžvilgiu turi nesutapti. „Kryžmiški“ šilumą izoliuojančių gaminių sujungimai neleidžiami. Plokštės gali būti klijuojamos ant viso paviršiaus ar jo dalių, tvirtinamos mechanškai arba klojamos laisvai, priklausomai nuo medžiagų gamintojo nuorodų. Bet kuriuo atveju tvirtinimo konstrukciniai sprendimai turi būti pagrįsti skaičiavimais, įvertinant stogą veikiančias vėjo bei kitas apkrovas.
Skiriamieji sluoksniai	Svarbu naudoti skiriamuosius sluoksnius, kurie atskiria medžiagas vienas nuo kitų. Skiriamiesiems sluoksniams gali būti naudojama polietileno plėvelė arba geotekstilė. Terminio plėtimosi ar vibracijos metu kiekviena medžiaga pagal savo technines ypatybes juda skirtingai, jei visi sluoksniai judėtų vienu metu, tai jie gadintų vienas kitą, todėl reikia juos atskirti, kad to būtų išvengiama. Kai kurios medžiagos negali kontaktuoti viena su kita, todėl tarp jų taip pat įrengiami skiriamieji sluoksniai. Skiriamaisiais sluoksniais galima būti geotekstilė, įvairios plėvelės. Geotekstilė kontakte su betonu paranda savo savybes, todėl naudojama polietileno plėvelė. Atskiriant smėlio ir žvyro sluoksnius naudojama geotekstilė.
Hidroizoliacija	Naudojant prilydomą dangą, reikia kloti kelis sluoksnius prilydomos dangos. Šios dangos esminė problema siūlės, kurias įrengiant dažnai danga perkaitinama arba kaitinama per mažai. Šios dangos problema, kad nėra konkretaus laiko kiek reikia kaitinti dangą. Naudojant sintetinę dangą siūlės stiprumas priliję danga stiprumui. Tačiau čia svarbu nepradurti dangos ją įrengiant, šios dangos yra gerokai plonesnės, nors tinkamai įrengus tvirtesnės. Taip pat sintetinės dangos yra 1.5 karto brangesnės.
1) Prilydoma danga	Dengiant stogą iš prilydomųjų ritininių medžiagų reikia griežtai laikytis šių taisyklių: • klijuojamos juostos ir pagrindo paviršiai šildomi kartu ir vienodu intensyvumu; • degiklis visą laiką turi judėti skersai juostos, kad būtų užtvirtintas viso jos paviršiaus vienodas pašildymas; • bitumas ant suklijuojamų paviršių turi būti suminkštinamas, bet neturi tekėti. Skysto bitumo atsiradimas liudija apie medžiagos perkaitinimą; • paviršių temperatūra reguliuojama didinant arba mažinant jų šildymo trukmę, nuo kurios priklauso ir klijavimo greitis.
2) Sintetinė danga	Plėvelinę, arba sintetinę stogo dangą sudaro vienas sintetinės plėvelės sluoksnis 0,7 ... 2,0 mm storio, kuris gali būti papildomai armuotas poliesterio audinio tinkleliu, poliesterio neaustine medžiaga (geotekstile) ar neausto stiklo audinio pluoštu. Armuotas sluoksnis gali būti klojamas atskirai arba, gamybos metu, įpresuojamas į vieną iš plėvelės pusių. Šios dangos kelis kartus tvirtesnės, nei ritininės prilydomos, taip pat didesnis atsparumas atmosferos veiksniams. Vienas didžiausių šių dangų privalumų yra tai, kad jos klojamos vienu sluoksniu. Čia siūlėms skiriamas ypatingas dėmesys. Jos gali būti klijuojamos arba suvirinamos karštu oru. Taip įrengiamos dangos siūlės yra tvirtesnės už pačią dangą. Siūlės daromos užleistinės. Tokioms dangoms įrengti reikia ypatingai kvalifikuotų darbininkų.
Duobėtųjų lakštų drenuojantis sluoksnis	Svarbu: duobėtieji lakštai su geotekstile montuojami nukreipus geotekstilę į viršų. Minimalus trinkelio įsodinimo sluoksnis yra 5cm-smėlio. Toliau eina apkrovas perimantis sluoksnis 15cm-plauto žvyro. Apkrovas perimantis sluoksnis turi būti apskaičiuojamas priklausomai nuo apkrovos. Drenažiniai lakštai klojami virš skiriamąjo sluoksnio. Lakštai sujungiami tarpusavyje dedant juos vieną ant kito ir darant 150-200mm užleidimus. Lakštai užsandarinami abipusiškai lipnia juosta. Rulono galuose vienas lakštas dedamas ant kito per keturias duobutes; užsandarinama abipusiškai lipnia juosta. Jei lakštai pažeidžiami, jie užlopomi iš tos pačios medžiagos iškirptu lopiniu, kuris dedamas ant pažeistos vietos ir pritvirtinamas abipusiškai lipnia juosta. Užleidimai yra kaip ir hidroizoliacinei dangai.
Įlajos	Naudoti įlajas kurios renka vandenį ne vienu o keliais lygiais (paviršiuje ir vidiniuose sluoksniuose).
Parapetai ir vertikalūs paviršiai	Įrengiant parapetus reikia naudoti sandarų mazgą, kada hidroizoliacijos tvirtinimas paslepiamas po parapetu, vertikaliuose paviršiuose užtinkuojamas. Užleidimas ant vertikalaus paviršiaus bent 30cm.

Sukurta duomenų bazė leidžia pasirinkti eksploatuojamą stogą pagal visus jo klasifikacinius variantus. Pasirinktą stogą pateikiamas mazgas bei rekomendacijos projektavimui ir įrengimui. Siekiant mažinti klaidas pateikiamos dažniausiai daromos klaidos.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikta analitinė eksploatuojamų stogų apžvalga ir suformuota galima klasifikavimo struktūra.
2. Atlikta kvalifikuotų statybos darbų vadovų apklausa dėl informacijos apie eksploatuojamus stogus ir nustatyta, kad Lietuvoje trūksta profesionalios informacijos apie eksploatuojamus stogus:
 - 46 % apklaustųjų nežino, kad pėsčiųjų perėjos ir pravažiavimai virš statinių yra eksploatuojami stogai.
 - 9 % mano, kad plokštieji stogai su bitumine danga yra eksploatuojami.
 - Nežinoma apie ruduosius eksploatuojamus stogus, pusė apklaustųjų nežino ir apie žaliuosius eksploatuojamus stogus.
 - 14 % apklaustųjų nežino, kad terasa yra eksploatuojamas stogas, ir 27 % mano, kad šlaitinis stogas yra eksploatuojamas.
 - 68 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų projektavimą, nė vienas apklaustasis neturi naujausios informacijos apie šiuos stogus.
 - 53 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie rinkoje esančias medžiagas ir tik 2 % turi naujausią informaciją.
 - 53 % apklaustųjų nepakanka informacijos apie eksploatuojamų stogų įrengimo technologiją.
3. Nustatytas statybos sąmatinės kainos išaugimas dėl daromų klaidų projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus. Atlikus nekokybiškus darbus ir remontuojant eksploatuojamą stogą, jo kaina išauga vidutiniškai 2.66 karto (neįvertinus apačioje esančių patalpų ir konstrukcijų remonto).
4. Nustatyta, kad laiko sąnaudos išauga 3.18 karto, dėl daromų klaidų projektuojant ir nekokybiškai įrengiant eksploatuojamus stogus.
5. Įvertinus informacijos trūkumą, kuriama Lietuvai reikalinga duomenų bazė su galimais eksploatuojamų stogų pasirinkimo variantais, projektiniais sprendiniais, aprašytais siūlomomis naudoti medžiagomis, išpildymo mazgais ir rekomendacijomis (galimų trūkumų ir privalumų įvertinimui).
6. Ateityje duomenų bazė turi būti aprobuota, tobulinama ir naudojama kaip pagalbiniis įrankis projektuojant ir įrengiant eksploatuojamus stogus.

LITERATŪRA

- Alwinkle, S.J. 1996. Life span assessment of building materials, in C. Sjorstrom (ed.): *Durability of Building Materials and Components* 2: 793–802.
- Atvirkštiniai stogai* [interaktyvus]. 2013. UAB Finffoam tinklapis [žiūrėta 2013-10-12]. Prieiga per internetą: <<http://www.finffoam.lt>>
- Automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas. Techninis gidas* [interaktyvus]. 2013. Duobėtųjų lakštų gamintojų puslapis [žiūrėta 2013 03 13]. Prieiga per internetą: <<http://www.valju.lv/katalogi/Nophadrain%200.4%20-%20Podium%20Roof%20Descks%20-%20Parking%20Roof%20Desck%20-%20Design%20an%20Insallation%20Guide%20-%20EN.pdf>>.
- Brenneisen, S. 2003. *The benefits of biodiversity from green roofs: Key design consequences*, p. 323-329. In Proc. of 1st North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Chicago. 29-30 May 2003. The Cardinal group, Toronto.
- Buzon installation guide* [interaktyvus]. 2012. Atramų gamintojų puslapis [žiūrėta 2012 02 21]. Prieiga per internetą: <<http://www.svetparketa.si/mma/Preparation%20site%20and%20installation%20of%20Buzon%20pedestals%20for%20stone%20slabs%20terrace%20small%201/2011051317373099/>>.
- Castleton, H.F.; Stovin, V.; Beck, S.B.M.; Davison, J.B. 2010. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy Build* 2010;42:1582–91.
- Chiu, C.H.; Russell, A.D. 2011. Design of a construction management data visualization environment: A top-down approach, *Automation in Construction* 20 (2011) 399–417.
- Connelly, M., and K. Liu. 2005. *Green roof research in British Columbia: An overview*, p. 416-432. Green roof conference. DC. 4-6 May 2005. The cardinal group, Toronto.
- DEFRA (2002), *Working with the grain of nature: A Biodiversity Strategy for England*, Department for the Environment, Food, and Rural Affairs, London.
- Duobėtieji lakštai* [interaktyvus]. 2014. Duobėtųjų lakštų gamintojų puslapis [žiūrėta 2014-01-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.nophadrain.com>>.
- Duren R. 2000. *Mechanical tests of the dimpled sheet*.
- Enkadrain drenažas* [interaktyvus]. 2014. UAB Mosas internetinis puslapis [žiūrėta 2014-01-08]. Prieiga per internetą: <<http://www.mosas.lt/>>
- Faulkner D.L. 1993. *United State patent No: 5363614*.
- Grochtmann, M.; Grimm, K. 1993. Classification trees for partition testing, *Software Testing, Verification and Reliability* 3: 63–82.
- Grochtmann, M.; Wegener, J.; Grimm, K. 1995. Test case design using classification trees and the classification-tree editor CTE, in: *Proc. of the 8th International Software Quality Week*, 1995, 1-11.
- Ilginis, K. 1969. *Instrukcija apie stogų – terasų projektavimą*. RSN 38 – 69. Vilnius.
- Isover eksploatuojami stogai* [interaktyvus]. 2014. Eksploatuojamų stogų projektiniai sprendiniai [žiūrėta 2014-05-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.isover.lt/projektavimas/-mazg-ir-konstrukcij-biblioteka->>
- Kaplan, S., J.F. Talbot. 1988. Coping with daily hassles: The impact of the nearby natural environment. Project report. *USDA Forest service, North Central forest experiment station, Urban Forestry Unit cooperative*. Agreement 23-85-08.
- Karablikovas, A. 1980. Development of welding roof-covering installation technology between layers by welding method. *Dissertation thesis*. Kiev. 1–22.

- Karablikovas, A. 2007. Kljavimo siūlių tarp stogo dangos iš ritininių prilydomųjų medžiagų sluoksnių formavimo ir jų parametrų tyrimas, *Technological and economic development of economic* 4(2): 134-138.
- Karablikovas, A. 2007. Research on seams formation between the layers of glued bituminous roofing membranes and analysis of their parameters. *Technological and economic development of economy*. Vol XII, No 2, p. 134–138.
- Karablikovas, A. 2011. *Eksplatuojamų stogų ekspertizų medžiaga* 2007–2011.
- Kosareo, L.; Ries, R. 2006. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. *Building and Environment* 42:(2007) 2606–2613
- Liu K. 2003. Engineering performance of rooftop gardens through field evaluation. *Proc. of the 18th International Convention of the roof consultants institute*. 93-103.
- LST EN 1991-1-3: 2004. Apkrovos ir poveikiai. 1 dalis poveikiai konstrukcijoms. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2004.
- Malko, V. 2008. Welded roof-covering quality estimation according to welding conformation in the joint. *Master thesis. Vilnius Gediminas Technihncal University, Faculty of Building, Department of Building Technology and management*. Vilnius, 1–8.
- Medeliene, V.; Žiogas, V. A. 2010. Making solutions for choosing industrial concrete floors and expedience of reliability evaluation, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(3):320-331
- Migilinskas, D. 2002. Plėvelinių stogo dangų sistemų su apšiltinimu panaudojimo analitinė apžvalga, *Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities* 5: 55–62.
- Milosavljevic, N.; Simicevica, J.; Maletic, G. 2010. Vehicle parking standards as a support to sustainable transport system: Belgrade case study, *Technological and Economic Development of Economy* 16(3): 380–396.
- Nicholas, S. G.; Williams, J. P.; Raynor, K. J. 2010. Green roofs for a wide brown land: Opportunities and barriers for rooftop greening in Australia. *Urban Forestry & Urban Greening* 9: 245–251.
- Oba, K.; Hean, S.; Björk, F. 1996. Study on seam performance of polymer – modified bituminous roofing membranes using T – peel test and microscopy, *Materials and Structures* 29: 105–115.
- Ohbyung, K.; Namyoon, L.; Bongsik, S. 2014. Data quality management, data usage experience and acquisitionintention of big data analytics, *International Journal of Information Management* 34 (2014) 387–394.
- Ozel, M. 2011. Thermal performance and optimum insulation thickness of building walls with different structure materials, *Applied Thermal Engineering* 31(2011): 3854-3863.
- Peck, S. 2001. *Design guidelines for green roofs*. Canada mortgage and housing corporation, Ottawa, Ontario. 16 Nov. 2005.
- Perry, M. D. 2003. (president, Building logics, Virginia Beach, VA). Green roofs offer environmentally friendly alternative, *Plant Engineering. Technology Facilities* 57: 54–57.
- Rasiulis, R. 2011. Plokščiųjų eksploatuojamų stogų nuolydžių modeliavimas esant ribiniams nuolydžiams, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 3(2): 35-38.
- Rincon, L.; Coma, A.; Perez, G.; Castell, A.; Boer, D.; Cabeza, L.F. 2014. Environmental performance of recycled rubber as drainage layer in extensive green roofs. A comparative life cycle assessment, *Building and Environment* 74 (2014) 22-30.
- Rossiter, W. J. Jr.; Paroli, R. M. 1997. Performance of polyvinyl chloride roofing: *an overview, in Proceedings of the Sustainable Low-Slope Roofing Workshop, Oak Ridge, 1997*. 15–29.
- Rothberg, H.M. 1995. *United Statse patent No: US5383314*

- Rotmans, J.; Asselt, M.; Anastasi, C.; Greeuw, S.; Mellors, J.; Peters, S.; Rothman, D.; Rijkens, N. 2000. Visions for a sustainable Europe, *Futures* 32: 809–831.
- Saiz-Alcazar, S. 2005. *Energy performance of green roofs in a multy storey residential building in Madrid*. Greening roofs for sustainable communities, p. 569-582.
- Sheahan, J.P.; Johnson, E.J. 1991. *Nondestructive methods for determining the waterproof integrity of roof membranes and seams*. Third International Symposium on Roofing Technology. NRCA. Gaithersburg, Md., 55–62.
- Statybos enciklopedija: *Šiuolaikiniai statiniai ir naujos technologijos. T.4: Laiptai, automobilių stovėjimo aikštelės ir garažai*. Kaunas: Tyrai, 1999. 64 – 72 psl.
- Styrofoam eksploatuojami stogai* [interaktyvus]. 2014. Eksploatuojamų stogų projektiniai sprendiniai [žiūrėta 2014-05-10]. Prieiga per internetą: <www.isover.lt/Download/26987/Brosiura%20Styrofoam_36p.pdf>
- STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos. Stogai.
- Straipsniai apie stogus* [interaktyvus]. 2011. UAB „Stogų dengimas“ [žiūrėta 2013-02-07]. Prieiga per internetą: <<http://www.stogudengimas.lt>>.
- Technical guide* [interaktyvus]. 2013. Duobėtųjų lakštų įrengimo katalogas [Žiūrėta 2013-05-12]. Prieiga per internetą :<<http://www.doerken.de/bvf-be-fr/pdf/prospekt/T-Planning-Gms.pdf>>.
- Twinson sistema* [interaktyvus]. 2012. Twinson gamintojo puslapis [Žiūrėta 2012-02-21]. Prieiga per internetą: < <http://www.twinson.com/lt/twinson> >.
- Ustinovičius, L.; Rasiulis, R.; Ignatavičius, Č.; Vilutienė, T. 2012. Analysis of waterproofing defects and technology development for car parking roofs: Lithuanian case, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(4): 519-529
- Walles, T.; Markham, J. 2003. Making Green Roofs Simple. *Enviromental Design & Construction*, Sep/Oct 2003, Vol.6 Issue 6, p58, 4p. ISSN: 1095-8932.
- Walter, A.; Brito, J.; Lopes, J. 2004. Current flat roof bituminous membranes waterproofing systems-and pathology classification, *Construction and Building Materials* 19 (2005) 233–242.
- Wilkinson, S. J.; Reed R. 2010. Green roof retrofit potential in the central business district, *Property Management*, 27(5): 284–301.
- Williams, N. S. G., Rayner, J. P., & Raynor, K. P. 2010. Green roofs for a wide brown land: Opportunities and barriers for rooftop greening in Australia. *Urban Forestry & Urban Greening* 9:245–251.
- Zavadskas, E. K.; Karablikovas, A.; Malinauskas, P.; Mikšta, P.; Nakas, H.; Sakalauskas, R. 2008. *Statybos procesų technologija*. Vilnius: Technika. 576 p.
- Zhun, Yu.; Fariborz, H.; Benjamin, C.; Yoshino, F. 2010. A decision tree method for building energy demand modeling, *Energy and Buildings* 42: 1637–1646.